

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR**

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRONICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Diseño e implementación del proceso de producción para un producto de  
instrumentación fotónica de nuevo desarrollo

20 de junio de 2017

AUTOR: Daniel Díaz Delgado

TUTOR ACADEMICO: Cristina de Dios Fernández

TUTOR EN EMPRESA: Ángel Rubén Criado Serrano

## Agradecimientos

Gracias a toda mi familia por el esfuerzo y apoyo que me han brindado durante estos años. Siempre confiaron en mí, incondicionalmente. Espero que se sientan orgullosos.

Mención especial a mi pareja que siempre ha estado ahí cuando he tenido malos días, con palabras de ánimo y apoyo que me ayudaban a mirar hacia delante.

Agradecer a mis amigos los consejos que me han dado y los momentos divertidos que me hacían desconectar por unas horas del estudio.

A mis compañeros de universidad, que hoy son unos amigos más en mi lista, agradezco los ratos de distracción que han hecho que los largos días de 12h en la universidad sean más amenos. Así como su ayuda en las asignaturas siempre que lo he necesitado.

Jaime, por este año que has estado más cerca. Agradecer que hayas estado ahí para darme una opinión con experiencia. Y por esas charlas trasnochadas de tantos y tantos temas.

A mi tutora, gracias por ofrecerme la oportunidad de realizar este proyecto que tanto me ha aportado, siempre me ha parecido imprescindible la experiencia profesional además de la académica.

Y, por último, gracias Rubén Criado por la oportunidad que me ha dado de trabajar en este proyecto en las instalaciones *Luz Wavelabs* y aprender los detalles del trabajo diario que tanto distan de lo teórico.



## Contenido

Motivación.....	7
Resumen.....	7
1. Introducción.....	8
2. Estudio de los sistemas de producción industriales .....	9
2.1. Introducción al Lean Manufacturing.....	9
2.2. Contexto histórico.....	9
2.3. Objetivos del Lean Manufacturing .....	11
2.4. Estrategias del Lean Manufacturing .....	11
2.4.1. Estrategia de las 5s.....	13
2.4.2. Importancia de las 5 S .....	14
2.4.3. Beneficios de las 5 S .....	14
2.4.4. Estrategia SMED .....	14
2.4.5. Estrategia para la relación con los proveedores .....	15
2.4.6. Estrategia SOIKUFU .....	15
2.5. Implementación del Lean manufacturing.....	16
2.6. Diferencias con otros modelos de gestión .....	16
2.7. Estado actual del modelo Lean manufacturing .....	17
2.8. Contexto histórico del Seis Sigma .....	18
2.8.1. Principios básicos del modelo Seis Sigma .....	19
2.8.2. Procesos para implantar el Seis Sigma .....	20
2.8.3. Funciones y responsabilidades de los trabajadores.....	22
2.8.4. Resultados al implantar la metodología Seis Sigma .....	22
2.9. Justificación de los sistemas de producción estudiados.....	23
3. Diseño del modelo básico de gestión de producción de Luz Wavelabs .....	24
3.1. Sistema inicial .....	24
3.2. Solución planteada.....	25
4. Diseño e implementación del proceso específico de producción del producto: Modular Instrumentation Platform Photonics & Physics .....	29
4.1. Descripción general del producto .....	29
4.2. Elementos que conforman el producto .....	30
4.2.1. Chasis/xxHP-ab.....	30
4.2.2. SOM/E .....	32
4.2.3. Controlador de temperatura LDC/E-Temp3.....	36
4.2.4. Controlador de corriente LDC/E-Currentx00.....	36
4.2.5. Fuentes de alimentación (LRS-100, HSP-200, RSP-500) .....	37
4.2.6. Filtro de red (Schurter DD12.6121.111) .....	37
4.2.7. Ventiladores y rejillas de protección .....	38



4.2.8.	Bananas para conexión de fuente de alimentación externa .....	38
4.2.9.	Seleccionador de alimentación (Power Selector) .....	39
4.3.	Material para el montaje .....	40
4.3.1.	Herramientas.....	40
4.3.2.	Accesorios para la célula de ensamblaje.....	42
4.3.3.	Material de fijación .....	43
4.4.	Diseño de piezas con el programa Autodesk Fusion 360.....	44
4.5.	Diseño del cableado.....	45
4.6.	Problemas, correcciones y mejoras .....	48
4.7.	Manual de producción .....	49
5.	Marco regulador .....	86
5.1.	Normativa .....	86
6.	Entorno socio-económico.....	90
6.1.	Presupuestos.....	90
6.2.	Beneficios generados mediante el nuevo sistema de producción.....	91
7.	Resultados y conclusiones .....	93
8.	Bibliografía .....	94
Anexo.....		97
Chasis .....		97
SOM/E .....		107
Controlador de Temperatura .....		119
Controlador de Corriente.....		124
Fuente de alimentación LRS - 100.....		131
Fuente de alimentación HSP – 200 .....		136
Fuente de alimentación RSP – 500.....		139
Filtro de red Schurter DD12.6121.111 .....		143
Ventilador .....		149
Rejilla de protección para ventilador .....		157
Bananas para conexión de fuente externa .....		158
Soporte para fuente de alimentación LRS – 100.....		159
Soporte para fuente de alimentación HSP – 200 .....		160
Soporte para fuente de alimentación RSP – 500 .....		161
Conector tubular .....		163
Conector Crimp hembra.....		164
Conector horquilla .....		165
Pin hembra y conector macho aéreo para el ventilador.....		166

## Índice de Figuras

Figura 1. Cálculo del nivel de Sigma [30] .....	18
Figura 2. Diagrama DMAIC [29] .....	20
Figura 3. Esquema Lean Seis Sigma .....	23
Figura 4. Ejemplo BOM en el programa ERPNext [36] .....	25
Figura 5. Flujo de aire a través del chasis .....	30
Figura 6. Chasis 28HP .....	31
Figura 7. Chasis 42HP .....	31
Figura 8. Chasis 84HP .....	32
Figura 9. Tarjeta del SOM .....	32
Figura 10. Sub-módulo NI sbRIO-9651 SOM.....	33
Figura 11. Sub-módulo de alta velocidad .....	34
Figura 12. Sub-módulo auxiliar .....	34
Figura 13. Sub-módulo de conectividad .....	35
Figura 14. Controlador de temperatura .....	36
Figura 15. Controlador de corriente.....	36
Figura 16. Fuentes de alimentación: LRS-100, HSP-200 y RSP-500 [31] .....	37
Figura 17. Filtro de red [31] .....	37
Figura 18. Ventilador y rejilla protectora [31] .....	38
Figura 19. Bananas de conexión [31].....	38
Figura 20. Prototipo renderizado del seleccionador de alimentación .....	39
Figura 21. Lave fija [33] .....	40
Figura 22. Cuñas Trim de plástico [33] .....	40
Figura 23. Crimpadora y mordazas [33] .....	40
Figura 24. Carraca de cabezales intercambiables [33] .....	41
Figura 25. Llaves de vaso [33].....	41
Figura 26. Puntas de atornillar [33] .....	41
Figura 27. Láminas de polietileno [28] .....	42
Figura 28. Banco de trabajo serie UNIMOD [35] .....	42
Figura 29. Carro de transporte serie UNIMOD [35].....	42
Figura 30. Conector DIN41612 [34] .....	43
Figura 31. Soporte para fuente de alimentación HSP-200 .....	44
Figura 32. Soporte para fuente de alimentación LRS-100 .....	44
Figura 33. Soportes para fuente de alimentación RSP-500 .....	44
Figura 34. Cableado del chasis 28HP .....	46
Figura 35. Cableado del chasis 42HP .....	46
Figura 36. Cableado del chasis 84HP .....	47
Figura 37. Conectores tubulares .....	47
Figura 38. Conectores en horquilla .....	47
Figura 39. Conectores tipo Crimp hembra .....	48
Figura 40. Prototipo de estación de trabajo [35] .....	49
Figura 41. Código de identificación de piezas y materiales del ensamblado .....	49
Figura 42. Organización de las gavetas [35] .....	50
Figura 43. Protocolo para la documentación de riesgos laborales.....	87
Figura 44. Ficha de riesgos laborales para un Ingeniero .....	88
Figura 45. Ficha de EPIs para un Ingeniero.....	89
Figura 46. Beneficios generados en el chasis 28HP .....	91
Figura 47. Beneficios generados en el chasis 42HP .....	92
Figura 48. Beneficios generados en el chasis 84HP .....	92



## Índice de Tablas

Tabla 1. Comparativa Lean Manufacturing vs MRP [6] .....	16
Tabla 2. Comparativa de Lean Manufacturing vs Teoría de las restricciones [6] .....	17
Tabla 3. Trabajo realizado en el proyecto .....	28
Tabla 4. Sección del cableado y valores relativos [26] .....	45
Tabla 5. Código AWG y valores relativos [27] .....	45
Tabla 6. Organización de las gavetas .....	50
Tabla 7. Presupuesto .....	90

## Acrónimos

ERP: *Enterprise Resource Planning*

BOM: *Bill of Materials*

TPS: *Toyota Production System*

JIT: *Just in time*

LSS: *Lean Six Sigma*

DMAIC: *Define, Measure, Analyze, Improve, Control*

AMFE: *Análisis Modal de Fallos y Efectos*

QFD: *Despliegue de la Función de Calidad*

EPI: *Equipos de Protección Individual*

EBT: *Empresa de Base Tecnológica*

## Motivación

Desde el comienzo de mis estudios he considerado que la experiencia laboral es un requisito indispensable en cualquier formación. Por esta razón, decidí intentar realizar el proyecto de fin de carrera cercano al mercado laboral en vez de a una investigación o desarrollo de alguna temática de las estudiadas durante el grado. Los campos que más me han interesado en el grado han sido la electrónica analógica, electrónica de potencia y el diseño electrónico. Estas preferencias han marcado mis elecciones en las asignaturas optativas en el cuarto año del grado y de este modo, a través de la asignatura de Optoelectrónica, se me dio la oportunidad de realizar un trabajo fin de carrera en empresa.

Realizar un proyecto como el presente es muy importante para una empresa en crecimiento sin ninguna documentación previa relativa a los procesos de producción. Una buena organización de la producción y un diseño optimizado de los materiales que conforman el producto conlleva unos beneficios difícilmente cuantificables para la empresa, pero muy importantes. A su vez, la rapidez con la que estas medidas se implementen también influirá en el éxito del sistema de producción.

Es por ello que el trabajo se ha completado para abarcar todos los aspectos que se consideran oportunos en la formación de un alumno de ingeniería electrónica, desde la producción y gestión de la misma hasta el diseño, implementación y montaje del producto.

## Resumen

Dada la problemática relacionada con la instrumentación en investigaciones fotónicas, la empresa *Luz Wavelabs* se propuso desarrollar un producto sencillo, versátil y de altas prestaciones para el control y modulación de láseres. Para ello, la compañía ha tenido que diseñar toda la electrónica del producto de forma propia alcanzando así unas altas prestaciones y generando un producto único y diferenciado. El producto es fabricado en la empresa en su mayor parte. Esto incluye el soporte mecánico y los elementos electrónicos de alimentación, control y modulación. Por ello, y debido a que es el primer producto que la compañía producirá en serie, se deben diseñar todos los aspectos relacionados con el sistema de producción y el producto en sí, haciéndolo escalable para poder asimilar de forma adecuada un futuro crecimiento en las ventas. Aun así, el sistema será configurado para que se comporte del modo más versátil posible, pudiendo adaptarse a las fluctuaciones de la demanda y tratando de convertir en lo posible los costes fijos en costes variables.

Por tanto, el presente documento recoge dos partes principales:

- **Diseño del modelo de gestión de producción de la empresa.** Esta parte recoge el estudio de los diferentes modelos de gestión de la producción, así como la elección de la alternativa más idónea para la compañía, que será una combinación de varias filosofías de producción.
- **Diseño e implementación del proceso de producción del producto: *Modular Intrumentation Platform Photonics & Physics*.** En esta parte se diseña e implementa un proceso de producción específico adaptado al producto a fabricar y basado en el modelo general de gestión de la producción diseñado y propuesto en la primera parte.

### Palabras clave:

Lean Manufacturing; Seis Sigma; Lean Seis Sigma; Modelo de gestión; Producción; Plataforma modular de instrumentación fotónica; Luz Wavelabs.

## 1. Introducción

La compañía *Luz Wavelabs* ha diseñado un producto sencillo, versátil y de altas prestaciones para el control y la modulación de diodos láser, con el objetivo de solucionar la problemática existente y abastecer al segmento de mercado de la instrumentación y la fotónica.

Dicho producto consigue disminuir el tamaño de los equipos típicamente destinados al control de láseres, integrando de forma modular el procesador, los controladores propios de temperatura y corriente para la gestión de los láseres y los propios dispositivos fotónicos, siendo capaz de albergar varios láseres dependiendo de la versión del producto. A su vez, consigue mejorar de forma notable las prestaciones en relación a sus competidores.

Dado que este es el primer producto que la empresa pretende generar en serie y que no existe ninguna documentación previa relativa a los procesos de producción, se requiere la implementación de un modelo de gestión de la producción con características propias, ya que se trata de una Startup joven y en crecimiento que pretende obtener beneficios económicos a corto plazo con la introducción de productos novedosos en el mercado.

De manera inicial, la empresa simplemente contaba con un software de gestión, tipo ERP. Por tanto, era insuficiente para organizar y controlar la producción del dispositivo que pretende introducir en el mercado. Debido a esto, se ofreció al autor de este documento la posibilidad de diseñar desde cero un sistema de producción que se ajuste de forma personalizada a las características únicas de la empresa. Además, se solicitó también el diseño de la documentación propia para el ensamblado del producto. Este último aspecto requiere la optimización de ciertos elementos del dispositivo como: soportes, cableado y célula de trabajo. Debido a que es un sistema electrónico de altas prestaciones estas optimizaciones deben respetar parámetros críticos del producto: ultra bajo ruido, máxima calidad del producto final.

Por tanto, el presente documento recogerá dos partes principales:

- **Diseño del modelo de gestión de producción de la empresa.** Esta parte recoge el estudio de los diferentes modelos de gestión de la producción, así como la elección de la alternativa más idónea para la compañía, que será una combinación de varias filosofías de producción.
- **Diseño e implementación del proceso de producción (basado en el anterior modelo de gestión) del producto: *Modular Intrumentation Platform Photonics & Physics*.** En esta parte se recogen los aspectos técnicos del producto, finalizando con la documentación para la producción del mismo.

A su vez, se complementará el documento con:

- **Marco regulador** ([Capítulo 3](#)) donde se hará una breve descripción del producto y se enumerará la normativa que debe existir.
- **Entorno socio-económico** ([Capítulo 6](#)) el cual recoge el presupuesto del proyecto y los beneficios que aportará la implantación del modelo de producción diseñado.

Finalmente, se dedicará un capítulo a **resultados y conclusiones** con la intención de contrastar los resultados obtenidos tras la elaboración del proyecto, aportando a su vez la opinión personal del alumno.

Precisar que en el [anexo](#) se recogen los datasheet de los diferentes elementos que conforman el producto, teniendo acceso a sus características técnicas.



## 2. Estudio de los sistemas de producción industriales

En este capítulo se abordará el estado del arte de los sistemas de producción industriales, centrándose en el estudio del Lean Manufacturing y del Seis Sigma. Ambas propuestas se pondrán en contexto histórico. A su vez, se detallarán los aspectos claves de cada modelo y las formas existentes que hay de implementarlos.

### 2.1. Introducción al Lean Manufacturing

En toda organización industrial se requiere de una estrategia de producción y organización. Por ello, se han desarrollado diferentes formas de entender y analizar los procesos productivos para generar los máximos beneficios con el menor coste posible, ya que éste es el primer objetivo de una empresa.

La metodología aquí desarrollada para la gestión de líneas de producción, proviene del *Toyota Production System* (TPS) aunque hoy en día se asocia con el *Justin in Time* (JIT) y con el *Lean Manufacturing* pese a que el TPS engloba estas dentro de su filosofía.

De aquí en adelante, se profundizará en la filosofía del *Lean Manufacturing* como una de las estrategias de éxito para conseguir tener una producción eficiente y actualizada. Ésta forma de gestionar la producción estará centrada en analizar, pensar y actuar. Con el objetivo final de crear un máximo valor para el cliente utilizando para ello los recursos mínimos posibles (eficiencia), eliminando todo tipo de desperdicio, que será denominado *MUDA*<sup>1</sup> por su origen japonés.

### 2.2. Contexto histórico

Partiendo de un origen industrial de la producción en masa como base de la filosofía que comenzó a gestionar los procesos industriales, se explicarán los modos de gestionar las industrias por orden histórico hasta la aparición e implementación del *Lean Manufacturing*.

*Frederick Taylor* propuso las bases de la producción en masa de la industria, aplicando principios científicos a la manufactura. De este modo proponía identificar la mejor forma de realizar el trabajo separando la planeación de la producción.

Sus premisas son:

- Estandarizar el trabajo
- Reducir los tiempos en los ciclos
- Estudio de los tiempos y movimientos internos
- Mejora continua

Más tarde, *Henry Ford* implantó la idea de línea de producción, con el objetivo de reducir el esfuerzo humano reduciendo los costes de la producción y pudiendo aumentar así los sueldos de los empleados, mejorando indirectamente el compromiso con la empresa y la satisfacción personal de estos.

---

<sup>1</sup> Denominación japonesa hacia algo inútil, ocioso o superfluo. En relación a la gestión de sistemas de producción hace referencia a todo proceso que no añade valor al producto y por lo tanto considerado prescindible. Estos procesos serán objetivo de eliminación o reducción.

Las premisas para esta evolución son:

- Creación de partes intercambiables y con facilidad de remplazo en la línea de producción
- Reducción de operaciones humanas
- Movimiento y versatilidad de las líneas de ensamblaje

De este modo, la expansión de *General Motors* condujo a la implementación de estas técnicas en Europa y el resto de los países con una fuerte producción industrial.

Con el tiempo, estos avances conllevaron a un descontento del personal, una parte muy importante para una empresa. Esto fue debido a los procesos repetitivos que se ejercían en las líneas de producción y la baja involucración que existía en estos por parte de los trabajadores, disminuyendo así la calidad del trabajo.

Así, tras la segunda guerra mundial comenzó a generarse en Japón una forma diferente de entender la producción, impulsada por la fuerte crisis que entonces experimentaba el país y Toyota, la filosofía: *Lean Manufacturing*.

Ésta, fue desarrollada por *Eiji Toyoda* y *Taiichi Ohno* tras una visita a las plantas de Ford en EEUU.

Tras reflexionar y ver que la producción en masa no era aplicable en Japón debido a la filosofía y costumbres de su sociedad, concluyen que hay formas de que su producción mejore.

No obstante, las dificultades de la época eran notorias por lo que su modelo debió ajustarse a estas dificultades:

- Mercado de pequeño volumen
- Economía frágil tras la guerra, imposibilidad de inversiones en maquinaria de última tecnología
- Crecimiento de la venta de producto extranjero exportado a Japón
- Situaciones económicas agravadas por la crisis: falta de préstamo y baja adquisición social (imposibilidad de ventas)

Enfrentando la bancarrota, *Eiji Toyoda* propone despedir a un 25% de su plantilla. Tras esto dimite. Los empleados restantes, reciben un aumento de salario, contratos de por vida e incentivos como vivienda, ocio, etc.

De este modo, los salarios se consideran gasto fijo para la empresa generando un enfoque hacia el empleado totalmente nuevo. La empresa comienza a centrarse en sacar el máximo provecho a su capital humano invirtiendo en las habilidades de sus empleados, y mediante feedback pretendieron generar un beneficio en conocimiento y experiencia.

Así, se crean las bases para contratos laborales basados en cooperación, flexibilidad y beneficio mutuo. Convirtiendo a los empleados en socios de la empresa, condición más importante en el *Lean Manufacturing*. Este aspecto, es algo muy importante pues se consigue involucrar por primera vez al empleado en los procesos de mejora del producto.

Finalmente, se trasladaron estas mejoras a los proveedores consiguiendo una implementación total y eficaz en el conjunto de la empresa.

Al contrario que la producción en masa, en el *Lean Manufacturing*, *Ohno*, une de nuevo la planificación y la producción, formando así un círculo de autocontrol.

Con la publicación de “*Toyota Production System*” en 1988, ésta técnica de gestión de producción llegó a occidente, implantándose como ruta a seguir para un correcto funcionamiento empresarial.

Actualmente, se intenta unir el *Lean Manufacturing* con el *Seis Sigma* (LSS).

### 2.3. Objetivos del Lean Manufacturing

Los aspectos en los que se centra el *Lean Manufacturing* para minimizar la *MUDA* de los procesos son:

- Producción
- Tiempo de espera
- Transporte
- Exceso de procesados
- Inventario
- Movimientos
- Defectos

Estos objetivos deben implantarse en todas las áreas de producción en las que exista la más mínima posibilidad, pues se conseguirá así una mejora continua. Estas áreas pueden ser:

- Gestión
- Planificación y ejecución
- Transportes desde o hacia el lugar del proceso
- Almacén

### 2.4. Estrategias del Lean Manufacturing

La activación de este modo de trabajo conlleva a una mejora de la calidad, la reducción de los tiempos de fabricación y su coste.

Un modo de actuar común a la hora de diseñar un producto es elegir para ello materiales o herramientas conocidos y con garantías en contraposición de otros más baratos pero eficientes. La primera medida reducirá riesgos y costes del proceso, pero aumentará riesgos financieros y disminuyendo beneficios para la empresa. Para mejorar esto, se propone crear listas de verificación para validar el diseño del producto.

Por tanto, se debe entender que los procesos no son estancos e inmutables, sino que se deben revisar continuamente con el objetivo de eliminar recursos que no añadan valor.

Para implantar y alcanzar unos niveles óptimos en el modelo *Lean Manufacturing* se aconseja distribuir la producción en redes focalizadas de fabricación donde un operario o grupo de operarios generen un producto desde una fase inicial hasta su acabado. De este modo los trabajos no serán tan monótonos como en una línea de producción. Esta estructura también incentiva la tecnología de grupos, la implicación del operario y la identificación de este con el producto.

A su vez, los tiempos de preparación son mínimos. Para ello, el empleado debe adquirir gran destreza y habilidad, pero un aspecto más importante que se explica en el *Lean Manufacturing* es la disposición de todos los materiales listos, ordenados y de fácil acceso para el uso inmediato. Los materiales necesarios para la generación del producto deben estar lo más cerca posible de

las células de fabricación, disminuyendo el traslado interno y externo de los productos, lo que reduce tiempo y costes.

Es necesario, como pilar fundamental del *Lean Manufacturing*, que la producción sea ajustada a la demanda para evitar tener un inventario y ahorrar costes, aquí es muy importante el aspecto de flexibilidad comentado anteriormente. Haciendo uso del *KANBAN*<sup>2</sup> se conseguirá una producción ajustada pues los recursos solo se obtendrán en lotes estandarizados y en relación a la demanda, evitando sobreproducción de piezas intermedias.

Cabe destacar, que la estrategia de la empresa debe extenderse hacia el exterior, influyendo en la medida de lo posible sobre los proveedores. De este modo, se aumentará la calidad de la fuente y se podrán reducir costes obteniendo los productos siempre que sean necesarios y evitando gastar en inventarios y stocks, ejerciendo presión para que sean los proveedores los que experimenten estos desperdicios.

Para alcanzar un estado óptimo, se pueden llevar a cabo las estrategias planteadas de forma continuada en busca de los siguientes elementos:

- Perfección: búsqueda de cero defectos, detección y solución de los problemas desde su origen.
- Minimizar desechos: eliminación de todas las actividades que no son de valor añadido, optimización del uso de los recursos escasos (capital, gente y espacio).
- Mejora continua: reducción de costes, mejora de la calidad, aumento de la productividad y flujo de información.
- Procesos pull<sup>3</sup> en los cuales los productos son requeridos por el cliente, no ofrecidos por la producción al cliente. De esta forma, cada proceso en la cadena retira del proceso anterior solo la cantidad de piezas necesarias y en el momento justo. Esto conduce a un perfecto control de la producción si se añade que el proceso que provee solo pueda producir cuando el stock que queda es inferior a un límite, generando así un lote de la misma cantidad al retirado por el proceso que lo continua.

Se observa que la premisa es idéntica a la perseguida por el JIT: se produce solo lo requerido en cantidad y tiempo. Cualquier actividad o resultado que no cumpla la premisa anterior será considerado innecesario y por lo tanto debe ser objeto de eliminación.

- Flexibilidad: gran variedad de productos, sin sacrificar la eficiencia debido a volúmenes menores de producción.
- Relación con los proveedores: establecer vínculos de largo plazo con éstos, generando acuerdos para compartir el riesgo, los costes y la información.

A continuación, se detallarán las estrategias más utilizadas para la consecución de los objetivos anteriormente mencionados.

---

<sup>2</sup> Señal de demanda que autoriza a que se produzca o suministren más piezas, desencadenando el movimiento de piezas por las distintas áreas de fabricación en un sistema pull. Consigue limitar el inventario en líneas de producción, ajustando el suministro de piezas para un lote de tamaño optimizado.

Para un correcto uso del sistema se requiere disciplina y una ruta de actuación clara.

<sup>3</sup> El sistema pull da una solución a las dificultades que representa el sistema push que se puede ver en una filosofía empresarial del tipo MRP.

#### 2.4.1. Estrategia de las 5s

Estrategia implantada por *Toyota* con un objetivo claro de alcanzar una mejora continua a niveles de organización, orden y limpieza (OOL) con el objetivo claro de crear eficiencia, uniformidad y formalidad.

Denominada así por sus siglas en japonés para las medidas a implantar que se especifican a continuación:

- Seiri: subordinar, clasificar, descartar  
Retirada de los elementos que no entran a formar parte de la producción. De esta forma, colocándolos en un espacio de transición se pueden diferenciar en dos categorías globales:
  - Útiles para otros procesos.
  - No útiles u obsoletos, desechándolos y ganando espacio lo cual elimina gastos en almacenamiento.
- Seiton: sistematizar, ordenar  
Los elementos clasificados anteriormente son ordenados, delimitando su espacio de almacenamiento, visualización, y utilización. Para ello, se señalizan las áreas con líneas, siluetas, etiquetas, letreros, o utilizando muebles modulares, etc.
- Seiso: sanear y limpiar  
Limpieza sistemática y diaria del puesto de trabajo. Esto ayuda a la identificación de averías o desgastes. Además, da un mantenimiento regular que hace más seguro el ambiente de trabajo al disminuir los riesgos que causa la suciedad y se pueden tomar acciones concretas que reduzcan o eliminen las causas primarias de contaminación brindando como en el caso anterior beneficios directos al trabajador en su salud y seguridad, así como a la organización en sí.
- Seiketsu: simplificar, estandarizar y volver coherente  
En esta etapa se pretenden consolidar los aspectos anteriores. Al estandarizarlos mantendremos permanentemente un entorno productivo e impecable, recordando los 3 principios siguientes:
  - Organización
  - Orden
  - Limpieza
- Shitsuke: sostener el proceso, disciplinar  
Al inculcar en los empleados la costumbre de ejecutar continuamente los pasos anteriores, se crean procedimientos que aseguran una mejora continua lo cual es el objetivo primordial del *Lean Manufacturing*.

La ejecución de estas premisas, derivará en una mayor integración y participación del personal y el área directiva, así como en el cumplimiento de los objetivos básicos de la estrategia 5s.

#### 2.4.2. Importancia de las 5 S

Lograr la eliminación de la *MUDA* en todas las áreas de la empresa e incrementar los niveles de higiene, seguridad y salud ocupacional es el camino para conseguir desarrollar cualquier sistema de producción enfocado a satisfacer las necesidades del cliente. Aparte conlleva logros adicionales que actualmente son muy importantes como mejora del medio ambiente y desarrollo integral del personal operacional.

Estas medidas son fundamentales, pero tendrían que completarse de una forma importante con las etapas de *SMED* y *SOYKU* que se explicarán más adelante, permitiendo así una mayor integración y participación de todos los activos de la empresa.

#### 2.4.3. Beneficios de las 5 S

Los beneficios al aplicar estas medidas son inmediatos y se reconocen a simple vista. Comenzando por que el empleado adquiere un sentido de pertenencia y seguridad, motivándolo y generando una cultura de organización. Aunque a su vez, la implementación de esta filosofía genera una disminución de la mano de obra debido a los diversos factores que aquí se explican.

Como se ha introducido anteriormente, se ve potenciado el uso de los tiempos aumentando la eficiencia del equipo y disminuyendo la sobreproducción y los tiempos de espera ya que los procesos se encuentran bien estructurados y diferenciados. Esta mejora conlleva indirectamente a un aumento de la vida útil de los equipos. Reduciendo a su vez los tiempos de entrega (lead time) al realizar una correcta gestión de la logística y el transporte consiguiendo optimizar los movimientos de recursos internos y externos.

Las pérdidas debidas a producciones defectuosas se ven reducidas o incluso eliminadas. De este modo, se elaboran productos de mayor calidad, reduciendo a su vez los costes de producción al eliminar procesos sin valor hacia el producto y eliminando stock.

Resumiendo, la filosofía Lean es básicamente todo lo concerniente a obtener las cosas correctas en el lugar correcto, en el momento correcto, en la cantidad correcta, minimizando la *MUDA*, siendo flexible y estando abierto al cambio y revisión continua.

#### 2.4.4. Estrategia SMED

Esta estrategia es de complementación, pues amplía y mejora las estrategias de ajuste de producción. Para su implementación se debe distinguir y seguir las distintas fases planteadas:

- 1º) Distinguir preparación externa de la interna.
- 2º) Separar la producción interna de la producción externa de una forma clara.
- 3º) Convertir la preparación interna en externa siempre que sea posible.
- 4º) Perfeccionar todos los aspectos relacionados con las operaciones de preparación.

El seguimiento de estas fases conducirá a unos objetivos claros:

1. Disminución del tamaño de lote, plazos de fabricación y nivel de inventario.
2. Mayor flexibilidad ante la demanda.
3. Aumento de la tasa de utilización de maquinaria y de la productividad.
4. Reducción del stock, abandonando la producción destinada a ello.
5. Detección rápida de los problemas de calidad.

Como se puede observar, estos objetivos son los que se pretendía alcanzar al implantar el modelo *Lean Manufacturing* para la gestión de las líneas de producción.

#### 2.4.5. Estrategia para la relación con los proveedores

Es muy importante para la filosofía de TPS tener una buena relación con los proveedores y los clientes. Para ello se deben seguir unas reglas claras:

- Pequeño número de proveedores.
- Contratos de suministro a largo plazo.
- Cercanía geográfica del proveedor.
- Alta calidad en los suministros. Colaboración con el proveedor en la mejora de la calidad del proceso.
- Especificación de las necesidades futuras de suministro, teniendo una comunicación fluida y rápida con el proveedor.
- Participación del cliente y proveedor en los procesos de desarrollo del producto.

Es importante destacar que esta estrategia estará delimitada por el poder que se tenga para interferir con los proveedores. Si se gestiona una empresa con poco volumen de mercado, será muy difícil influir en los proveedores y subordinar la tarea de estos o sus producciones a las de la empresa.

#### 2.4.6. Estrategia SOIKUFU

Este punto, se centra en crear un programa de recogida y aprovechamiento de ideas de los trabajadores. Creando un plan de sugerencias que ayude a obtener una mayor calidad.

El trabajador es el que mejor conoce como se desarrolla el producto a través de las líneas de producción y, por tanto, sus aportaciones y valoraciones deben ser consideradas a fin de optimizar los recursos.

Las ventajas que se pueden obtener son variadas:

- Fomentar la comunicación y participación entre mandos y operarios, creando grupos de estudio.
- Dinamizar y ensalzar las capacidades individuales.
- Mejorar el entorno laboral y el bienestar personal.
- Enriquecer la personalidad de los operarios y mandos, así como su integración y participación en el grupo.
- Contribuir a la continua formación de los trabajadores.

Anteriormente se ha mencionado que se podría incurrir en unas medidas de reducción de plantilla, pero este modelo no contempla una reducción de los puestos de trabajo de forma obligatoria para conseguir una correcta implementación. Si estas medidas se ejerciesen, posiblemente no se podría aplicar el modelo en la empresa, pues los empleados no desean estar continuamente disputándose los puestos ni ver disminuidos los puestos de trabajo.

Se debe concretar también sobre el punto que hace referencia a la mejora del entorno laboral. Reducir la creatividad de las personas por la sistematización de los procesos no es una correcta implementación del *Lean Manufacturing*. Al contrario, la estandarización se consigue mediante la creatividad y la aportación de conocimientos de todos los implicados en los procesos productivos. De esta forma obtendremos los siguientes beneficios: compromiso, constancia, disciplina, hábito

La lectura correcta de la filosofía *Lean Manufacturing* sería potenciar el crecimiento de la empresa, generando un máximo aprovechamiento de la plantilla y su conocimiento, sin necesidad de tener que aumentar el número de empleados.

### 2.5. Implementación del Lean manufacturing

La implementación de estos sistemas puede estar basada en la *teoría de las limitaciones* conocida como TOC. Esta teoría, encaja perfectamente en el modelo de *Lean Manufacturing* ya que se centra en la eliminación de los cuellos de botella presentes en las producciones para intentar obtener el máximo beneficio para la empresa, minimizando los desperfectos, las pérdidas de tiempo y recursos.

El sistema de medición, en el caso de la implementación de la TOC, estaría centrado en la medición propia del sistema, basada en tres principios:

- Rendimiento (Throughput)
- Inventarios
- Gastos Operativos

A su vez, se contempla la participación del personal y la mejora continuada como en las bases de la filosofía del *Lean Manufacturing*. Aunque este proceso no tendría fin, se considera un logro enviar los cuellos de botella de la producción hacia el exterior, siendo problema entonces del mercado o de los proveedores.

### 2.6. Diferencias con otros modelos de gestión

En contraposición con la filosofía de MRP podríamos estudiar diferentes objetivos y formas de actuar:

LEAN	MRP
Sistema pull	Sistema push
Reacciona ante incertidumbres en la demanda o de reabastecimiento	No reacción ante incertidumbres de demanda o reabastecimiento
No se tolera la mala calidad	Acepta rechazos, acumulando un lote superior al necesario
Requiere flexibilidad, rapidez y fiabilidad del proveedor	Su planificación parte desde la fecha de entrega hacia atrás

Tabla 1. Comparativa Lean Manufacturing vs MRP [6]



	Lean Manufacturing	Teoría de las restricciones (TOC)
Teoría	Eliminar residuos	Gestionar restricciones
Directrices	1. Identificar valor 2. Identificar cadena de valor 3. Flujo 4. Tracción 5. Perfección	1. Identificar restricción 2. explotar restricción 3. subordinar procesos 4. Elevar restricción 5. Repetir ciclo
Foco	Flujo enfocado	Restricciones del sistema
Supuestos	Eliminación de residuos mejora del rendimiento del negocio Muchas mejoras pequeñas son mejor que un análisis del sistema	Énfasis en la velocidad y el volumen, utiliza sistemas existentes. Procesos independientes.
Primer defecto	Reduce tiempo de flujo	Mayor rendimiento
Efectos secundarios	Menos variación Salida uniforme Menos inventario Nueva contabilidad del sistema Mejoras rendimiento para managers Mejora de cualidades	Menor inventario o residuos Contabilizar los costes del rendimiento Medidas del rendimiento en el sistema Mejora de cualidades
Defectos	Sistema estratico o que no analiza el valor	Minimizar participación de los empleados. No valora el análisis de datos.

Tabla 2. Comparativa de Lean Manufacturing vs Teoría de las restricciones [6]

## 2.7. Estado actual del modelo Lean manufacturing

Actualmente, la producción mediante el modelo *Lean Manufacturing* ha sido complementada con los estudios de variabilidad de los procesos, centrados en un análisis estadístico de las líneas de producción. Ésta forma de actuar se denomina *Seis Sigma*. Actualmente, la complementación de ambas se denomina *Lean Seis Sigma* (LSS).

La estrategia está centrada en la reducción de la variabilidad de los procesos, consiguiendo así, reducir los defectos o fallos en la generación de los productos. Se busca una satisfacción del total de los clientes, siendo mínimos o inexistentes la cantidad de clientes insatisfechos de forma total con el producto.

Aunque pueda parecer un sistema destinado al sector industrial este modelo puede aplicarse en el sector servicios como ocurre en la actualidad.

Los defectos en los procesos controlados por la metodología *Seis Sigma*, miden los defectos en cantidades por millón de eventos. Siendo el estado de máxima eficiencia, alcanzar 3 o 4 defectos por millón. No obstante, las producciones pueden ser eficientes sin necesidad de conseguir un nivel de sigma elevado, pero es obvio que un mayor nivel repercutirá en una mayor satisfacción del cliente.

Este modelo, utiliza análisis estadísticos para el estudio de los procesos de producción, el análisis se hace sobre la producción en marcha. Por este motivo, recibe su nombre, sigma hace referencia a la desviación típica de los análisis estadísticos de variabilidad.

A continuación, se detallan los niveles de sigma:

- 1 sigma → 32% eficiencia → 690.000 DPMO
- 2 sigma → 69% eficiencia → 308.538 DPMO
- 3 sigma → 93.3% eficiencia → 66.807 DPMO
- 4 sigma → 99.38% eficiencia → 6.210 DPMO
- 5 sigma → 99.977% eficiencia → 233 DPMO
- 6 sigma → 99.99966% eficiencia → 3, 4 DPMO

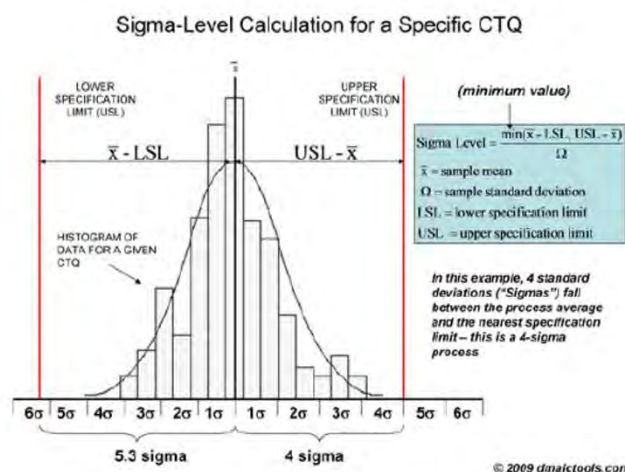


Figura 1. Cálculo del nivel de Sigma [30]

Los beneficios de Seis Sigma son la rentabilidad, la productividad y la orientación al cliente.

## 2.8. Contexto histórico del Seis Sigma

Derivada directamente de los modelos *Total Quality Management* y *Statistical Process Control*, no surgió como un modelo completo de control de procesos sino como complemento de estudio para el incremento de la calidad y la eficiencia.

La primera compañía en implantarlo fue Motorola<sup>4</sup> consiguiendo un incremento de la productividad de un 12.3% anual. Los costes por desperdicios se redujeron en un 84%, eliminando un 99.7% de los defectos en sus procesos. En general, ahorraron una cantidad total desde ese momento de 17.000 millones de dólares, generando un crecimiento del 17% anual. Evidentemente, el aprendizaje de los empleados para implantar de forma correcta el sistema conlleva unos costes a la empresa. Estos costes son mínimos comparados con los beneficios que nos puede aportar el sistema, como se ha demostrado en los datos numéricos de la empresa ejemplificada anteriormente.

<sup>4</sup> Motorola Mobility LLC: corporación estadounidense desarrolladora de equipos de telecomunicaciones y electrónica de consumo. Actualmente esta compañía es subsidiaria de Lenovo Group Ltd

### 2.8.1. Principios básicos del modelo Seis Sigma

En primer lugar, el liderazgo que debe ejercer el conjunto de la empresa para la implantación del proceso implica un cambio de actuación y de toma de decisiones. Por lo que la dirección debe tener un compromiso máximo con el proyecto. Además, se debe ejercer apoyo constante entre todos los niveles de la empresa, adoptando la metodología como una filosofía propia en todos los niveles de la organización.

La directiva debe trabajar a tiempo completo para cumplir los ítems del proyecto y conseguir una correcta implementación de la teoría, integrando de forma efectiva a líderes de negocio, de proyecto y expertos en el modelo o técnicas. De este modo, mediante la integración de todos ellos y teniendo en cuenta que cada uno desempeñará diferentes roles, se conseguirá una implementación óptima para la mejora de los proyectos. Para una integración más eficiente de los diferentes departamentos implicados, es muy importante mantener una comunicación intensa. Se pretende que la empresa realice los esfuerzos necesarios y oportunos para inculcar en la medida de lo posible esta filosofía de actuación en sus proveedores, si se consigue, se alcanzarán mayores niveles de calidad del producto y se cumplirán con creces las expectativas de los clientes.

Es obvio que se debe realizar una formación previa, como se explicó anteriormente en relación a la filosofía *Lean Manufacturing*. De este modo, cada uno de los implicados obtendrá un reconocimiento curricular conocido como *Black Belt*<sup>5</sup>, que servirá como acreditación a que el personal es apto para conseguir una correcta adaptación del sistema al nuevo modelo de producción.

La eficiencia de la metodología se podrá observar mediante análisis estadísticos que a su vez orientarán los esfuerzos que se deben realizar. Consiguiendo así, saber dónde se debe actuar o donde no es conveniente hacerlo aún. Estos datos identificarán las variables de calidad, los procesos y las áreas donde se debe aplicar la metodología de mejora. A través del análisis y tratamiento continuado de estos datos, junto con una metodología eficiente y robusta de actuación, se podrán resolver los problemas del cliente.

En resumen, la metodología debe estar siempre orientada al cliente y enfocada en los procesos ya que el objetivo de la metodología es cumplir los requisitos del cliente, así como generar y ahorro en costes y aumento de las ventas. Los niveles de calidad deben cumplir los estándares marcados por el *Seis Sigma* y los procesos se focalizarán a ello. Por tanto, para conocer los aspectos a estudiar, se debe ahondar en las necesidades que los clientes tienen. Esto dictará como diseñar y mejorar los procesos.

Finalmente, se debe recordar que al igual que en la metodología *Lean Manufacturing*, se trabajará con objetivos o metas a largo plazo, generando proyectos de larga duración. Esto integrará y generará otros tipos de iniciativas.

---

<sup>5</sup> persona que ha completado cinco semanas de entrenamiento Lean Sigma o Six Sigma, cuya culminación son dos proyectos que demuestren beneficios financieros sustanciales a la empresa.

### 2.8.2. Procesos para implantar el Seis Sigma

Se puede establecer el proceso de esta metodología en cinco etapas, denominadas DMAIC por sus siglas en inglés. El seguimiento de las cinco etapas conseguirá mejorar la competitividad de la empresa, aumentando la participación de sus productos o servicios en el mercado.

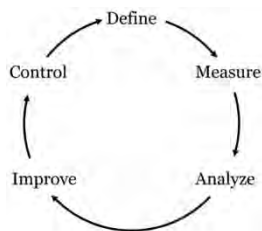


Figura 2. Diagrama DMAIC [29]

A su vez, cumpliendo con un pilar básico de los principios fundamentales del *Seis Sigma*, se mejorará de forma continuada la calidad, reduciendo los precios en todo momento e incrementado la rentabilidad que la compañía obtendrá por ello.

Hay que destacar que estas etapas están muy ligadas a la teoría del *Círculo de Deming*<sup>6</sup>. El cual, actúa como método base del que surgen todas las corrientes de control y optimización de procesos y es por ello que se debe conocer para conseguir una mejora continuada de nuestro sistema.

- Definir (Define):

En esta etapa, se deben concretar las actividades necesarias para obtener los resultados esperados y el equipo que las llevará a cabo. Para ello, se deberán recopilar todos los datos que se crean necesarios para profundizar en los aspectos del proceso y conocer éste de una forma clara. A su vez, se especificarán los objetivos y resultados que se esperan o se desean obtener.

Con el conocimiento de todos los aspectos, se definirán las actividades necesarias a realizar para conseguir los objetivos. Solo así, se conseguirán cumplir los requerimientos del cliente junto con los requerimientos propios de la política de la compañía. De lo contrario, podría hacerse un uso inadecuado de los recursos.

Con la definición, se pretende de forma indirecta facilitar y estandarizar la metodología marcada para la planificación de proyectos, actividades y tareas. Ayudando a su vez al rediseño de los productos, procesos y servicios ofrecidos según los requisitos y teniendo también en cuenta las variaciones previstas para el futuro.

La herramienta AMFE (análisis modal de fallos y efectos), o el despliegue de la función de calidad (QFD) son dos ejemplos de las herramientas que pueden resultar útiles para establecer las actividades.

- Medir (Measure):

Cosiste en cuantificar el problema actual, para lo cual es importante conocer de forma profunda el defecto o ineficiencia con la que estamos perdiendo calidad, recursos o beneficios.

Se deben identificar los requisitos clave que los clientes esperan del producto o servicio. Puede ser semejante a lo explicado anteriormente, aunque en esta fase se profundiza de forma más individualizada en este aspecto.

Técnicamente, a los requisitos esperados se les denomina *variables de resultado* mientras que los parámetros a evaluar son *variables de entrada*. Estas dos variables afectan a los procesos y calidad del producto.

<sup>6</sup> Creado por Edwards Deming hace referencia a una estrategia de mejora continua de la calidad en cuatro pasos, basada en un concepto ideado por Walter A. Shewhart, conocido como círculo PDCA (plan-do-check-act).

A partir de aquí, se debe definir el sistema de medida y evaluar la capacidad del proceso.

- Analizar (Analyze):

En esta tercera etapa se pretende profundizar en el conocimiento de los problemas o defectos del producto o servicio ofrecido en referencia a la percepción del cliente o la eficiencia de los procesos.

Para evaluar todos los datos, se realizarán estudios estadísticos mediante las herramientas que se crean oportunas en cada momento, manejando datos a tiempo real e histórico. Se comprobarán y desarrollarán hipótesis sobre posibles relaciones causa-efecto.

Como se ha descrito en el paso anterior, se determinarán las variables determinantes para el proceso que afectarán a las variables de resultado.

Este análisis también debe detectar las posibles fuentes de variación, ya sean máquinas que se descompensan, estropean o se desvían de sus rangos programados.

- Mejorar (Improve):

Se debe determinar las mejoras a realizar hacia el producto y la forma de generarlo. Teniendo siempre en cuenta el coste que supondrá, debiendo minimizarlo lo máximo posible y determinar el límite de operación que se es capaz de alcanzar. Algunas de las herramientas estadísticas identifican las áreas de mejora más prioritarias o que más beneficios pueden aportar a la compañía. De este modo, también se ahorrará tiempo al realizar cambios en las zonas más críticas.

Se debe conseguir optimizar el funcionamiento, así como predecir los imprevistos que puedan surgir.

Al igual que en la metodología Lean Manufacturing, las mejoras deben ser continuas, estudiando en todo momento sobre la propia producción los datos estadísticos que marquen cuando actuar ante una desviación de los parámetros preestablecidos. Además, surgen recomendaciones y observaciones que sirven para cerrar el círculo y volver al paso inicial (planificar) consiguiendo así esta mejora continuada.

- Controlar (Control):

Este último paso garantiza la continuidad de la mejora implementada y valora en términos económicos y de satisfacción del cliente los objetivos alcanzados.

Es necesario documentar los controles diseñados para asegurar que las metas conseguidas se mantienen. Los datos finales también deben ser analizados para verificar que se han alcanzado los objetivos marcados.

Aun así, esta medida no puede ser total y no se puede dar el proceso por concluido como se ha ido comentando a lo largo del texto ya que aunque al concluir, el equipo encargado de las mejoras implementadas se disolverá, deberá permanecer un equipo que continúe con la vigilancia continuada mediante las herramientas estadísticas apropiadas que ayudarán a evaluar el estado actual del proyecto con el objetivo de tener un conocimiento detallado de su estado para una mejora continua, y poder actuar de forma rápida y precisa sobre cualquier desviación.

Algunas de las herramientas que pueden ser útiles para este punto son:

- Diagrama de Pareto
- Diagrama de Ishikawa (localización de los problemas)

### 2.8.3. Funciones y responsabilidades de los trabajadores

En cuanto a las metodologías seguidas por el personal, deben ser estandarizadas al igual que se ha hecho con los procesos. Se buscará la sensatez y la proporcionalidad en las tareas. Evitando de este modo destinar trabajos a un empleado que no esté preparado para ello o sobresaturarlo.

En un ejemplo, los líderes ejecutivos deben demostrar su compromiso con la filosofía de actuación. Siendo necesario que promuevan en toda la organización su actividad. Deben hacerse responsables de liderar los procesos que se han propuesto mejorar. Siempre se deben cuantificar las dificultades en base a los objetivos marcados.

A su vez, los empleados con competencias superiores en la toma de decisiones o encargados de vigilar los procesos deben poseer una capacitación para manejar las herramientas sobre las que la metodología *Seis Sigma* se apoya.

Finalmente, es muy importante recordar que, al igual que la filosofía *Lean Manufacturing*, es necesario que todas las partes involucradas en el proyecto se complementen, manteniendo un refuerzo continuo y estimulando al personal.

### 2.8.4. Resultados al implantar la metodología Seis Sigma

Los objetivos finales son alcanzar una variabilidad en el producto o servicio mínima, cumpliendo en todo momento con los requisitos marcados por el cliente.

Estos resultados, pueden ser obtenidos mediante dos líneas de actuación. Por un lado, se puede mejorar las características del producto o servicio, esto puede aumentar los gastos y por tanto el precio de venta o servicio. En cambio, otra forma de actuar sería el ahorro de costos debido a la disminución de errores en producción disminuyendo a su vez los tiempos de procesado, obteniendo así mayores márgenes de beneficios a un mismo costo.

Siguiendo una distribución gaussiana se puede analizar el promedio alcanzado en los procesos, así como el nivel de calidad. El promedio, estará por encima del valor de la meta en los procesos que se han conseguido centrar y por lo tanto se concluye que los resultados son óptimos. El nivel de calidad, como se explicó anteriormente, está relacionado con la desviación o sigma, obteniéndose en valor numérico al realizar la siguiente ecuación:

$$calidad (\sigma) = \frac{tolerancia}{desviacion\ estandar}$$

Recordemos, que todas las metodologías utilizadas para alcanzar la perfección, eliminar residuos y dotar a los productos de máxima calidad, son continuas y deben ser revisadas constantemente. Manteniendo un personal cualificado, activo y satisfecho con su trabajo, se conseguirá conducir la compañía hacia un aumento de beneficios y competencia de mercado.

Para resumir las metodologías explicadas y crear un esquema visual para entender cómo se relacionan e intervienen entre si se ha elaborado el esquema de la siguiente imagen.

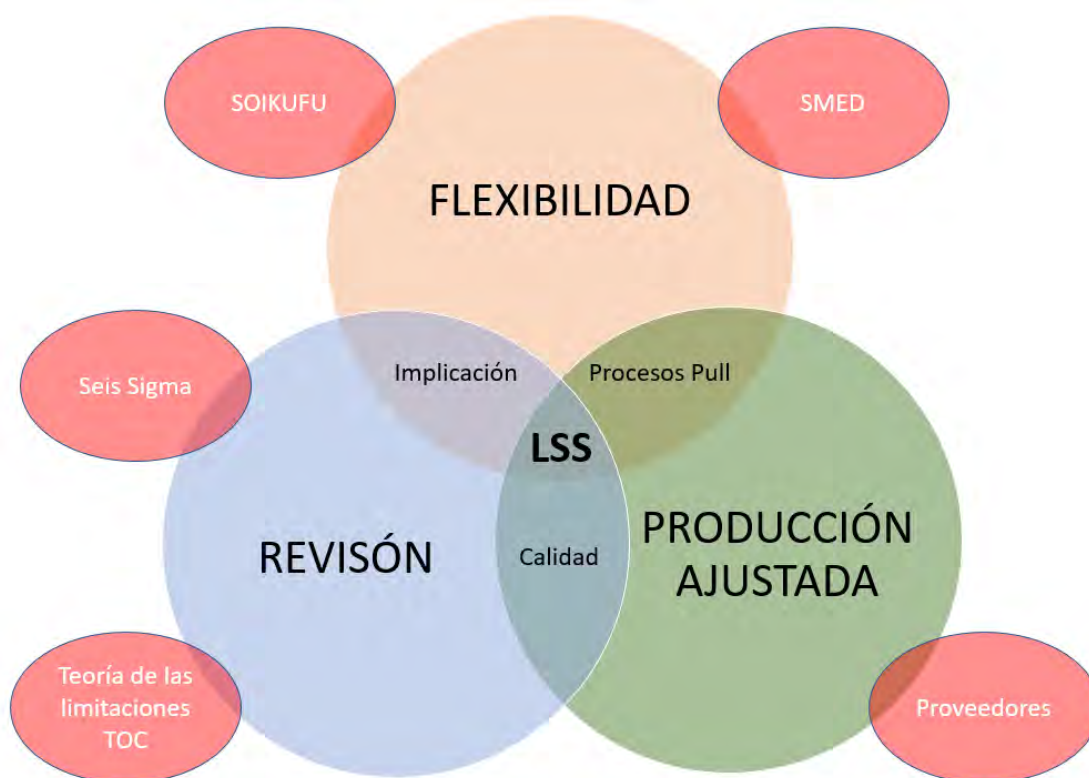


Figura 3. Esquema Lean Seis Sigma

Aquí se puede apreciar como las premisas que eran básicas, en las diferentes metodologías de los sistemas de gestión de la producción, comparten terreno y se relacionan dando lugar a estrategias y bases sólidas. Si se quiere conseguir una aplicación exitosa de la metodología Lean Seis Sigma se ha de tener presente cada una de las premisas remarcadas.

### 2.9. Justificación de los sistemas de producción estudiados

En primer lugar, mencionar que los sistemas de producción estudiados son los más utilizados en la actualidad para empresas del sector industrial.

A su vez, su adaptación a una empresa de base tecnológica (EBT) es inmediata pues tienen en cuenta parámetros muy apropiados para este sector como la constante vigilancia de la calidad o la optimización de procesos para reducir tiempos y aumentar beneficios, que en este sector pueden ser mínimos. Además, la premisa de estructurar la producción bajo demanda hace muy interesante a estos modelos. Una empresa del sector tecnológico debe tener un sistema de producción que facilite la rápida y correcta adaptación a las fluctuaciones de un mercado como el de la investigación fotónica. Así, al operar sobre pedidos podrá entregar productos con un alto valor añadido para el cliente, ya que este, lo podrá configurar de manera extensa.

Por todo esto, a continuación, se presenta el modelo de producción personalizado para la compañía. Este modelo tiene en cuenta las premisas más ventajosas de las filosofías estudiadas. Conformando así un sistema ideal para la producción de sistemas electrónicos y fotónicos que requieren procesos estandarizados, personalizables y de alta calidad.



### 3. Diseño del modelo básico de gestión de producción de Luz Wavelabs

Se comenzará detallando el sistema que la compañía tenía implantado para el control de la producción, detallando sus características y problemáticas. A continuación, se explicará de forma detallada la metodología diseñada para *Luz Wavelabs*. Remarcando cada premisa a cumplir y puntualizando los aspectos clave que el modelo exige para un producto de optoelectrónica de altas prestaciones. La solución planteada se ha redactado de forma concisa con la intención de servir como manual que quede en posesión de la compañía para revisar de manera continua los aspectos del sistema de producción que va a quedar implantado.

#### 3.1. Sistema inicial

El sistema de producción encontrado en *Luz Wavelabs* al comienzo del proyecto se basaba en la implementación de un servidor ERP (Enterprise Resource Planning) en el que cada producto contaba con una base de datos de su BOM (Bill of Materials). A su vez, todos los elementos de los diferentes BOMs tenían un control de stock y un proveedor y precios asignados, pudiendo incluso automatizar las órdenes de compra ante stocks bajos.

El primer motivo por el que se ha utilizado este sistema, ha sido su clara integración de la información de finanzas, consiguiendo tener una versión única en todas las áreas de la empresa sin cuentas diferentes para cada departamento. Esto, ha generado una disposición de los datos en tiempo real y visible para todos los integrantes de la compañía. A su vez, la información de los pedidos es dinámica y su información llega a todos los departamentos implicados en este proceso por lo que la integración de tareas es más eficiente.

Otro de los aspectos clave, es la estandarización de la manufactura de los productos que la empresa ha querido lanzar al mercado, consiguiendo agilizar los pedidos de materiales, acortar el periodo de entrega y minimizar el inventario. Esto, se ve reflejado en una disminución de los gastos operativos, aumentando así los beneficios y permitiendo ajustar los precios de venta mucho más para satisfacer al cliente.

Si bien es cierto que este sistema está adaptado para empresas de mediano y pequeño tamaño, se ha visto que este sistema no es del todo apropiado para la estructura de la empresa y para la producción de los elementos que se quieren poner en el mercado ya que el volumen de demanda es considerablemente bajo y sensible a la disposición de los elementos que conforman el producto, siendo muy variable en los tiempos de diseño y entrega de los mismos que repercutirán en la fecha de entrega del producto final. Por tanto, se aprecia que el producto diseñado debe de responder a demandas de volúmenes mínimos por lo que lo ideal sería trabajar bajo demanda y no producir para generar stock, aunque si es cierto, que se recomienda disponer de una cantidad mínima de productos finales para atender a las demandas puntuales y agilizar los periodos de entrega pese a que las instalaciones no tengan el volumen deseado para destinar al inventario.

Sin embargo, la adaptación al software de gestión de los recursos empresariales, ha ocasionado unos costes derivados por los cambios ejercidos en los procesos de implantación y la falta de personal experto que ayude a crear un sistema robusto y eficiente. Y, sobre todo, no se contaba con ningún modelo de producción definido y documentado más allá de la implementación de este ERP que podría suponer el primer paso para gestionar un sistema de producción, pero no suficiente. Por tanto, cumpliendo el objetivo principal, se va a diseñar, planificar y documentar una estrategia de producción que complementa el sistema ERP inicial.



### 3.2. Solución planteada

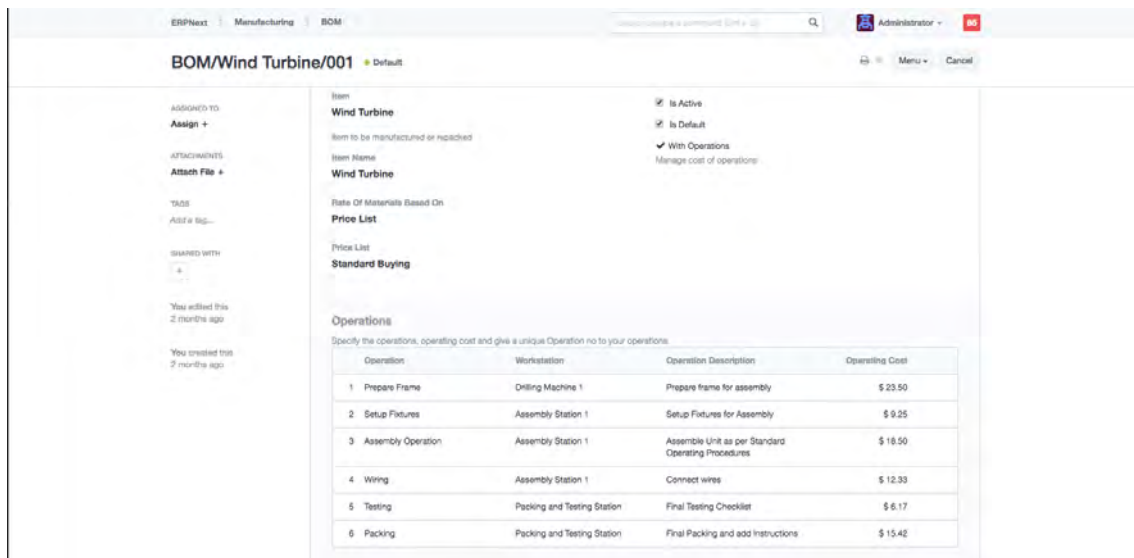
La solución planteada para ajustar un sistema de producción al caso específico de la compañía *Luz Wavelabs* es la integración de los aspectos del *Lean Seis Sigma* junto con el sistema de gestión y organización que el software ERP proporciona.

**Gestión del software** para gestionar los aspectos productivos como los materiales, tiempos de fabricación y entrega y los presupuestos y flujos de caja.

Uno de los beneficios inmediatos que nos aportará la utilización del sistema ERP será la comunicación fluida y en tiempo real que se tendrá entre las diferentes áreas implicadas. También se conocerán al instante los pedidos que se han recibido y los materiales de los que se dispone, pudiendo conocer si son suficientes para abarcar todas las solicitudes o por el contrario hay que autorizar el suministro de piezas. Consecuentemente, el cliente podrá conocer al instante los tiempos para que su producto sea entregado.

Otro de los beneficios que el software puede aportar está más relacionado con la calidad hacia el cliente. La compañía puede ofrecer gran versatilidad en sus productos, haciendo que el cliente pueda configurar el producto de forma personalizada. De este modo, se cumple uno de los requisitos que la compañía marcó como indispensables: la capacidad de que el cliente configure con libertad su producto. Además de la calidad del producto y sus prestaciones, la libertad de configuración será una de las características que ofrecerá diferenciación ante los competidores del mercado.

Características del ERP: es ERPNext, de open source. Ha sido instalado en los servidores de la empresa lo que conlleva un ahorro de los costes fijos asociados a la necesidad que habría de tener los datos en servidores exteriores. Una de las características que diferencian este modelo de ERP de los demás es que se ofrece la versión completa del producto en modo código abierto. A su vez, este modelo permite una actualización constante a versiones más recientes. Finalmente, destacar que su diseño es sencillo y atractivo, facilitando su uso y aprendizaje.



Operation	Workstation	Operation Description	Operating Cost
1 Prepare Frame	Drilling Machine 1	Prepare frame for assembly	\$ 23.50
2 Setup Fixtures	Assembly Station 1	Setup Fixtures for Assembly	\$ 9.25
3 Assembly Operation	Assembly Station 1	Assemble Unit as per Standard Operating Procedures	\$ 18.50
4 Wiring	Assembly Station 1	Connect wires	\$ 12.33
5 Testing	Packing and Testing Station	Final Testing Checklist	\$ 6.17
6 Packing	Packing and Testing Station	Final Packing and add Instructions	\$ 15.42

Figura 4. Ejemplo BOM en el programa ERPNext [36]

Beneficios de implantación del sistema ERP: comunicación fluida, cantidad de pedidos, disponibilidad de materiales, tiempos de producción y servicio de configuración personal.

**Gestión del sistema de producción y ensamblaje**, se ha probado que el sistema *Lean Sigma* puede ser el más apropiado para el caso. Aun así, hay que introducir ciertos aspectos para configurar el sistema de una forma personalizada y ajustada para conseguir la mejor adaptación posible a la compañía.

Intentando cumplir una de las premisas impuestas por *Taylor* en las bases de la producción en masa, se comenzó realizando un estudio de los tiempos y movimientos internos, con el objetivo de optimizar estas operaciones, reduciéndolas en la medida de lo posible. Para esto se ha tenido en cuenta la necesidad de crear espacios móviles y versátiles que sean capaces de ofrecer de forma eficiente una solución para la producción de los diferentes productos de la compañía.

De este modo se ha de tener presente las **premisas** entorno a las que deberemos diseñar el sistema de producción:

- Producción ajustada a la demanda: procesos Pull.
- Flexibilidad de las células de producción.
- Revisión continua del sistema.

A continuación, se explicará la consecución de las premisas y se precisarán los ítems a cumplir

De la filosofía *Lean Manufacturing* se ha recogido la disposición de las zonas de trabajo como células destinadas a una producción completa de los productos, de principio a fin. Para ello, todo el material necesario para la producción se dispondrá en el área de trabajo de una forma ordenada y estandarizada con un acceso sencillo. Este tipo de organización otorgará al operario encargado del conformar los pedidos destreza en sus tareas, disminuyendo los tiempos de ensamblaje y realizando el proceso de manera más eficiente, aumentando el compromiso y la implicación del operario con la compañía. Todo esto fue explicado en el [capítulo 2.1](#).

- Disposición en células de trabajo
- Orden y estandarización de materiales y equipos.

Otro de los aspectos positivos del sistema de producción planteado es la posibilidad o necesidad de que el cliente final realice una **operación de Pull** sobre la producción. Se pretende que el producto sea personalizado para cada pedido, cumpliendo así con los deseos específicos de cada cliente y ofreciendo un valor añadido sobre la competencia que no supondrá un mayor gasto de producción ya que los componentes han sido previamente diseñados para que su integración con el producto sea sencilla, rápida y con bajo coste.

Esto, influirá en el stock, su gestión y la cantidad disponible de éste. Una de las premisas del *Lean Manufacturing* es que el stock debe ser mínimo, pero dados los objetivos de la compañía, no podremos cumplirlo de forma tajante. Si es cierto que el stock deberá ser mínimo, pero a su vez la compañía dispondrá de un volumen de productos terminados para reducir en la medida de lo posible los tiempos de entrega del volumen total o parcial de los pedidos.

El punto anterior incurre en un problema notorio y es que el espacio destinado a almacén por parte de la compañía es mínimo y supondrá un gasto añadido a tener en cuenta. Pese a ello, se ha creído conveniente disponer de cierto stock. De esta forma, como se comentó anteriormente, se puede ofrecer al cliente menores tiempos de entrega. Obteniendo así, una ventaja sobre los competidores y un beneficio secundario mayor a las pérdidas que pueda suponer la presencia de cierto stock. Esta medida, se toma en consideración al mercado destino, ya que, en el ámbito de investigación, los periodos no se pueden alargar indefinidamente bien sea por recursos o duración de las investigaciones que requieran los productos ofrecidos por la compañía. Por

tanto, el cliente agradecerá poder disponer del producto lo más rápido posible. Aunque en ciertas ocasiones no podrá suministrarse por completo el pedido, tomando estas medidas se conseguirá agilizar la entrega de parte del pedido.

Hay que volver a destacar, que, pese a que se realice una producción con destino a almacén, el grueso de la producción se realizará bajo demanda como se ha pretendido desde el comienzo, produciendo únicamente la cantidad solicitada por los clientes. Esto proporcionará el **complimiento de la primera premisa**, haciendo que el mayor porcentaje de la producción se realice bajo las directrices de un sistema Pull.

- Producción bajo demanda (Pull)
- Producción mínima de Stock para agilizar entregas

En cuanto a los aspectos más propios de la **célula de producción** hay que precisar que el hecho de delegar la tarea de producción sobre una menor cantidad de empleados puede ser beneficioso para conseguir una mayor limpieza, orden, organización y disciplina en las tareas de ensamblado debido a la destreza que adquirirán en sus tareas, anteriormente mencionada. Este aspecto disciplinar reducirá los tiempos y costes de producción de manera notoria.

- Orden
- Limpieza
- Organización
- Disciplina

Para cumplir con la premisa de **flexibilidad**, se tomará la estrategia *SMED*. Para ello deben mejorarse todos los aspectos relacionados con la preparación de los procesos, distinguiendo de una manera clara los procesos internos y externos. La compañía se centrará en intentar aumentar el número de procesos externos, aumentando así la productividad interna. Esto otorgará gran flexibilidad y capacidad de adaptación rápida ante la demanda, haciendo el **sistema** fácilmente **escalable**.

- Diseños optimizados de materiales para producción exterior

Finalmente, para una **mejora continua**, la compañía podrá analizar los aspectos de la producción apoyándose a su vez en el software de gestión. Así, cumpliendo con las premisas del modelo *Seis Sigma*, se conseguirá alcanzar un estado óptimo constante ya que esta tarea de medición, estudio y mejora es continuada en el tiempo sin horizonte conocido. Para ello, el análisis de la producción irá orientado a la explotación de los cuellos de botella como [se explicó](#) en el modelo de la *teoría de las limitaciones*. Se perseguirá enviar en la medida de lo posible, los cuellos de botella que puedan estar entorpeciendo los procesos productivos fuera de la compañía, al mercado o a los proveedores con los que se trabaja.

- Revisión continua con modelos estadísticos
- Uso de la estrategia de la [teoría de las limitaciones](#): explotar cuellos de botella

Mencionar que, en cuanto a la relación con los proveedores, se seguirán los consejos introducidos por los modelos de gestión estudiados. Tanto los proveedores como la compañía colaborarán de forma conjunta en el diseño del producto para alcanzar la máxima calidad posible.

En resumen, del capítulo, comentar que el software que la compañía tenía previamente implantado se ha mantenido ya que puede ser de gran utilidad a la hora de analizar el sistema diseñado y aportar dinamismo en tareas de abastecimiento y venta.

Por otro lado, se aprecia la integración de los dos modelos estudiados (Lean Manufacturing y Seis Sigma) aunando las características más convenientes de ambos y desechando aquellas que no resultan del todo útiles para el diseño de un modelo de gestión que debe de recoger las características propias de una empresa de base tecnológica, con un producto fotónico de altas prestaciones. Una de estas restricciones es la constante fluctuación del mercado, con una demanda periódica y mínima de productos. Por ejemplo este aspecto se puede solucionar al crear unas directrices que hagan que el sistema diseñado sea flexible y operado bajo demanda.

A continuación, se muestra en anaranjado la implantación previa existente en la compañía y en verde los aspectos elaborados en este proyecto.

Sistema de producción				
Normativa				
ERP			Célula de ensamblado	
BOM	Proveedores	Tiempos	Manuales de fabricación	Planos

Tabla 3. Trabajo realizado en el proyecto

## 4. Diseño e implementación del proceso específico de producción del producto: Modular Intrumentation Platform Photonics & Physics

En este capítulo se describen los aspectos técnicos del producto para ofrecer un conocimiento básico sobre sus características principales las cuales lo diferencian con respecto a la competencia. Después, se enumerarán los elementos necesarios para el montaje, así como el diseño de optimización que se ha realizado sobre algunos aspectos del producto. Finalmente, se ha elaborado un manual de ensamblado que pretende ser sencillo y conciso.

### 4.1. Descripción general del producto

Con la visión de la problemática que existe en los laboratorios, fábricas o centros de investigación para poder controlar dispositivos láseres de una forma sencilla, eficiente y versátil, la empresa [Luz Wavelabs](#) ofrece una plataforma modular de instrumentación fotónica. La problemática está en la necesidad de controlar la corriente y temperatura en la mayoría de los láseres de diodo con unas prestaciones altas en términos de estabilidad, ruido y resolución. La compañía identificó esta necesidad y creó un producto de muy altas prestaciones, manteniendo un coste para el cliente significativamente menor al resto de competidores y en un formato modular, compacto y ampliable. Con una configuración altamente personalizable por el cliente el producto ofrecido resulta ideal para el mercado objetivo.

El dispositivo en sí, ejercerá las funciones de control de diferentes diodos láser, dependiendo de la versión del producto adquirida. A su vez, este producto será capaz de monitorizar y controlar la temperatura y la corriente. También, el usuario podrá modular los láseres con total libertad a través de la FPGA y el microcontrolador, integrados en la placa SOM/E desarrollada completamente por la compañía.

La principal ventaja, es la integración de todos estos elementos en un dispositivo modular, con capacidad de controlar de forma sencilla e independiente cada uno de los láseres instalados. Este producto consigue una miniaturización de los controladores de temperatura y corriente convencionales de un laboratorio, lo que repercute directamente a la versatilidad del producto, haciéndolo adaptable a cualquier entorno de trabajo. Cabe destacar que los controladores de corriente pueden controlarse de forma independiente para cada laser, lo que genera un valor añadido hacia el cliente.

Uno de los aspectos revolucionarios que no ofrece el resto de compañías es la compatibilidad con cualquier tipo de diodo láser, pudiendo montar láseres de conexión flotante de manera directa. Pese a este tipo de conexión, se obtienen niveles de ruido extremadamente bajos, un parámetro crítico en el control de láseres de diodo.

Los segmentos específicos dentro del mercado de la fotónica en los que esta plataforma tiene un especial valor añadido, son aquellas que requieren altas prestaciones y/o un alto número de dispositivos a controlar:

- Clientes que necesiten láser con ancho de línea estrecho. El ancho de línea puede ser de  $\mu\text{A}$  lo que daría como resultado frecuencias del entorno de los MHz. Estos [clientes](#) pueden estar interesados en el bajo ruido del producto. [15]
- [Láseres sintonizables y espectroscopia atómica, este mercado puede ser atraído por el bajo ruido y la alta resolución \(40nm o 50nm\) que ofrece el producto.](#) [17]
- [Generación de THz.](#) [16]
- [Diseño, testeo y fabricación de Pics o láseres. Como ejemplo la versión superior ofrece la conexión de hasta 16 láseres de forma simultánea.](#) [18]

Finalmente destacar que las conexiones sin cables darán al cliente una mayor comodidad para trabajar con el producto a la vez que ahorrará costes de cableado de conexión y ofrecerá mayores prestaciones ante ruidos y distorsiones externas. Además, se ofrecerá la posibilidad de conectar una fuente de alimentación externa lineal o batería, pudiendo disminuir más aun el posible ruido de la fuente de alimentación y aumentando la calidad del producto.

En la versión más pequeña, el producto dispone de capacidad de control de hasta 6 módulos. En su versión intermedia, *Luz Wavelabs* ofrece un control sobre 9 módulos. Y en la versión más completa, el producto ofrece la posibilidad de instalar hasta 20 módulos.

#### 4.2. Elementos que conforman el producto

Para ensamblar los tres modelos que la compañía ofrece debemos de integrar los siguientes elementos para conformar el producto final con las especificaciones requeridas.

##### 4.2.1. Chasis/xxHP-ab

Todas las versiones de chasis poseen un plano posterior (Backplane) de tipo VME J1 trabajando a 5V. Este plano ofrece las características adecuadas para un producto con el objetivo de ofrecer la posibilidad de conectar un numero amplio de tarjetas y anchos de banda inferiores a los 100MHz. A su vez, los costes se ven reducidos.

Las tarjetas son de un tamaño de 3U (160 mm de profundidad)

A pesar de que las tres versiones del producto cuentan con una eficiente refrigeración pasiva, se ofrece al cliente la posibilidad de añadir un sistema de refrigeración forzada que ira albergado en el espacio disponible entre las tarjetas de los módulos y el chasis.

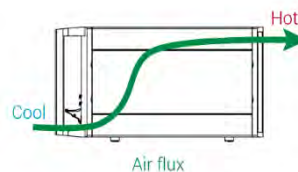


Figura 5. Flujo de aire a través del chasis

#### 4.2.1.1. Chasis/28HP

Esta versión del producto es la de menor tamaño que ofrece la compañía. Otorgando la posibilidad de integrar hasta 6 módulos.

- Altura: 4U (177 mm)
- Anchura: 28HP (177.62 mm)
- Profundidad: 315.5 mm

El Backplane de esta versión, genera una corriente de 20A.

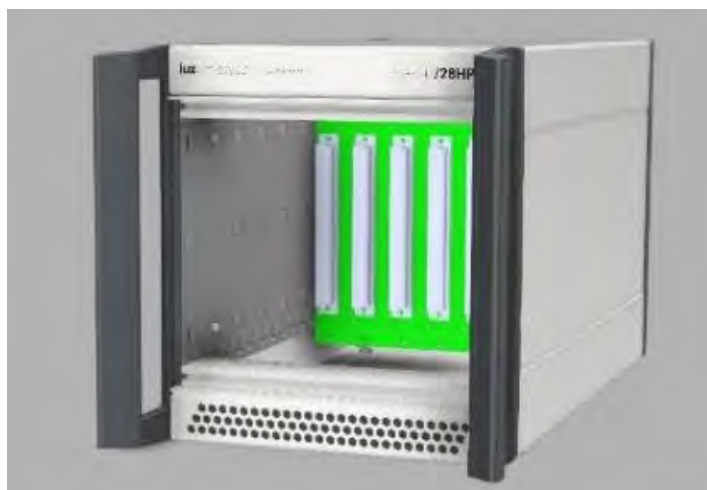


Figura 6. Chasis 28HP

#### 4.2.1.2. Chasis 42HP

Es la versión intermedia, en él se pueden instalar hasta 9 módulos.

- Altura: 4U (177 mm)
- Anchura: 42HP (248.74 mm)
- Profundidad: 315.5mm

Este modelo entrega en la alimentación del backplane hasta 40A.



Figura 7. Chasis 42HP



#### 4.2.1.3. Chasis 84HP

Este modelo, es la versión de mayor tamaño disponible en el cual se pueden instalar hasta 16 módulos con la posibilidad de ampliarlos hasta los 20, siendo los cuatro adicionales módulos sin control.

- Altura: 4U (177 mm)
- Anchura: 84HP (462.10 mm)
- Profundidad: 315.5 mm

La corriente entregada por el Backplane de este modelo es de 90A.

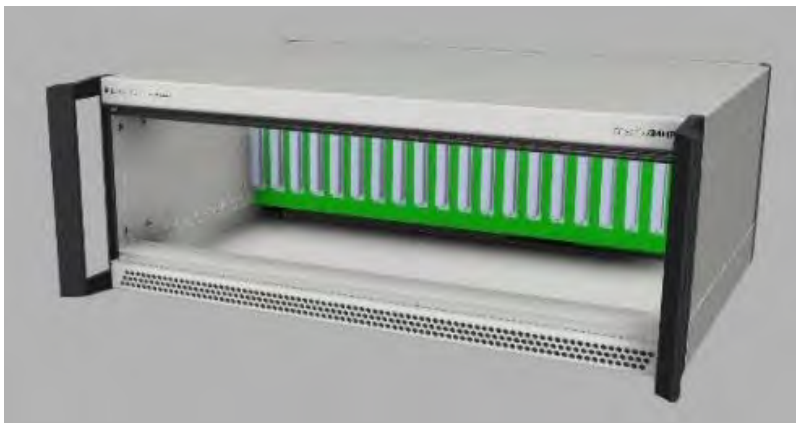


Figura 8. Chasis 84HP

#### 4.2.2. SOM/E

Este elemento es la tarjeta de control, diseñada totalmente por la compañía. Aglutina en un único módulo diversa funcionalidad, haciéndolo muy versátil y con potencia suficiente para un gran número de aplicaciones. A su vez, permite una sencilla programación a través de *LabVIEW*, con sistema operativo NI Linux en tiempo real, aplicación que está incluida en el producto.

La conexión es en formato VME J1 para lograr la compatibilidad con: el Backplane de los chasis, la programación de *LabVIEW* y la plataforma base de funcionamiento: NI RIO en tiempo real. A este plano posterior, se conectan 59 DIOs y dos interfaces SPI de tres hilos.

Cabe destacar que el módulo SOM/E está compuesto por tres sub-módulos como se puede apreciar en los datasheet adjuntados en el apartado de [Anexo](#). Estos sub-módulos son: NI sbRIO-9651, módulo de alta velocidad, modulo auxiliar, conexiones.

El sub-módulo NI sbRIO-9651 se compone de una FPGA Artix-7 reconfigurable y un procesador RT Dual Core (ARM Cortex A9). Esta solución ideada por la compañía reduce drásticamente los riesgos y el tiempo de desarrollo de cualquier aplicación, ofreciendo la integración del control y del monitoreo. Esta plataforma está totalmente integrada en *LabVIEW* permitiendo programar el microcontrolador y la FPGA con la simplificación correspondiente de creación de prototipos sin necesidad de conocer lenguajes de programación más específicos como podría ser HDL, C o C++.



Figura 9. Tarjeta del SOM



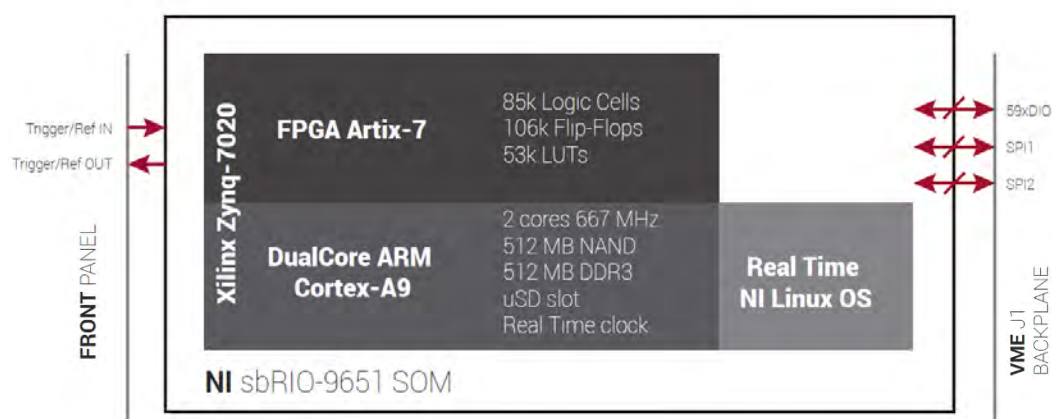


Figura 10. Sub-módulo NI sbRIO-9651 SOM

El módulo de alta velocidad es ideal para aplicaciones que exijan altas velocidades de conversión Analógica-Digital. Este sub-módulo se divide en dos:

- Los ADCs, junto con el receptor de frecuencia media (IF receiver) conformar una arquitectura que reduce el coste y la complejidad de los componentes en comparación con las técnicas analógicas tradicionales. La salida de datos del ADC/IF receiver se conectan de forma interna y directa con el convertidor digital descendente (DDC) del receptor, con una comunicación de 14 bits por canal doble a 80MSPS y con un downconverter digital integrado de 70MHz. Cada canal de recepción tiene cuatro etapas de procesamiento en cascada:

- o Convertidor en frecuencia (NCO) de 32 bits.
- o Filtro decimal de media banda.
- o Filtro fijo (FIR).
- o Filtro NIO de frecuencia fija. [fADC/8]

Las características principales del ADC/IF receiver son:

- o Detecciones de sobre-escalada con rapidez y eficacia
- o Controlar la potencia de las señales entrantes
- o Monitorear la magnitud compuesta de la señal de entrada
- o Programación compatible con SPI 3 bits, con conectada internamente con el módulo de procesamiento del SOM/E.

- El módulo DDS de alta velocidad utiliza un DAC interno de alto rendimiento y velocidad. Este módulo también es programable.

Las características principales del módulo DDS son:

- o capaz de generar una onda sinusoidal de 160MHz.
- o Comparador de alta velocidad para generar ondas cuadradas
- o Oscilador y PLL que otorgan al usuario la capacidad para generar señales de reloj para el sistema.
- o Calibración con saltos de frecuencia rápidos, de 0.01Hz. y saltos en fase de 0.022°.
- o Memoria RAM que permite realizar un barrido de frecuencia en varios modos, seleccionando, además, uno en modo lineal

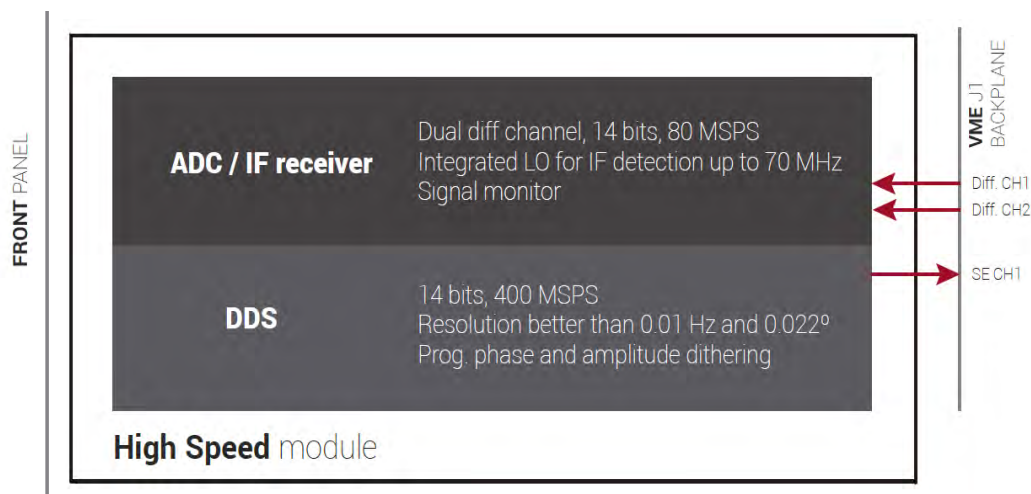


Figura 11. Sub-módulo de alta velocidad

Por último, el módulo auxiliar del SOM/E proporciona una solución analógica para el control, con monitoreo. Todo ello disponible a través de:

- 16 canales
- ADC de 12 bits
- DAC de 12 bits (x12)
- DIOs (x13)
- Trigger de entrada rápida con conexión directa al SOC
- Interfaz SPI

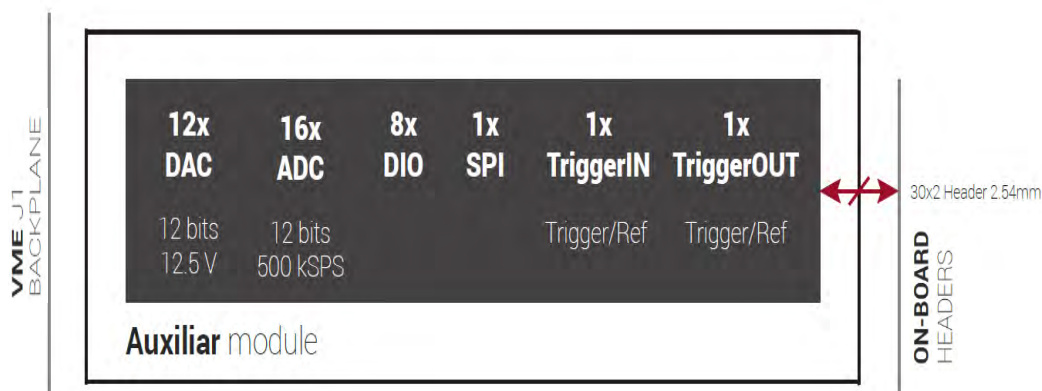


Figura 12. Sub-módulo auxiliar

Cabe destacar que todos estos puertos están disponibles con conectores integrados (clavijas 2x30) con paso de 2.54mm que simplifican las conexiones internas. Es opcional añadir la conexión frontal mediante conectores SubD.

Los puertos de conexión ofrecidos son amplios: Ethernet, Gigabit LAN, USB, interfaz serie y tres interfaces RS232, ambas disponibles en los conectores integrados.



Figura 13. Sub-módulo de conectividad

Todo esto hace al SOM/E un elemento único, versátil, rápido y personalizable.

#### 4.2.3. Controlador de temperatura LDC/E-Temp3

El controlador de temperatura Consiste en un controlador de TEC (Thermo Electric Cooler) de muy alta resolución y estabilidad, obteniendo la medida de temperatura a través de un themistor de 10 kohms (configuración típica en la mayoría de láseres de diodo).

Con la posibilidad de conectar láseres con TECs de hasta  $\pm 3 A$ , posee una resolución de  $0.0002^{\circ}C$  y estabilidad de  $0.001^{\circ}C$ . Compatible por el momento con sensores NTC de  $10k\Omega$ , aunque en un futuro la compañía pretende conseguir la compatibilidad con más sensores.

Finalmente, cabe destacar la personalización del bucle PID mediante interfaz gráfica en tiempo real, además de poseer varios métodos de auto-calibración.

#### 4.2.4. Controlador de corriente LDC/E-Currentx00

Este módulo consiste en un controlador de corriente para diodos laser de 200mA a 500mA. Ofreciendo un ruido sumamente bajo ( $300pA/rtHz$ ), inigualable para los competidores del mercado; y una muy alta resolución de 20 bits. La comparativa en relación al ruido del controlador de corriente, puede verse en el propio datasheet del producto, incluido en el [Anexo](#) de este documento.

La salida flotante de este módulo, ofrece la compatibilidad para todas las configuraciones de diodos laser. Además, permite realizar una lectura del voltaje Ánodo-Cátodo con una alta resolución (24 bits). Este aspecto resulta útil para el control y la monitorización.

Se integran funciones de seguridad para proteger los diodos láser ante picos de corriente, cortocircuito y sobretensión.



Figura 14. Controlador de temperatura



Figura 15. Controlador de corriente

#### 4.2.5. Fuentes de alimentación (LRS-100, HSP-200, RSP-500)

Las tres fuentes de alimentación AC/DC escogidas para diferentes versiones del producto se caracterizan por su bajo nivel de ruido. Esto es una característica indispensable dadas las prestaciones que la compañía ha pretendido alcanzar para conseguir superar a la competencia y ofrecer un producto inigualable en el mercado. Este ruido es de 100mVpp para la versión menos potente del producto y de 150mVpp en las dos versiones restantes con las que la compañía cuenta.

Los conectores de las fuentes de alimentación son en AC de tipo universal, apropiados para el rango de 85 – 265 V AC al que trabajará el chasis. En los terminales DC los tres modelos ofrecen 5V por lo que resultan idóneos para el Backplane con el que se ha de trabajar.

Otro de los aspectos importantes para comercializar el producto es el cumplimiento de las normativas reguladoras tales como:

- Regulaciones internacionales de seguridad: EN60950-1, EN60335-1(PD3), EN61558-1/-2-16, UL60950-1 y GB4943.
- Emisiones EMC: EN55022 (CISPR22) Clase B, EN55014, EN61000-3-2,-3, GB9254, GB17625.1.
- Inmunidad EMC: EN61000-4-2,3,4,5,6,8,11, EN61000-6-2 (EN50082-2), EN55024, EN61204-3.

Como características comunes a los tres modelos se pueden destacar:

- Aguante de sobre carga: 300V AC durante 5 segundos.
- Protección a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.
- Resistencia a 5G de fuerza.
- Rango de trabajo: -30°C a 70°C
- Eficiencia  $\approx$  91%



Figura 16. Fuentes de alimentación: LRS-100, HSP-200 y RSP-500 [31]

Para profundizar en las características de cada uno de los modelos seleccionados se puede consultar los datasheet en el apartado de [Anexo](#).

#### 4.2.6. Filtro de red (Schurter DD12.6121.111)

Con un diseño compacto, este filtro de red que se ha seleccionado cumple con las características básicas que se pretenden. Este es uno de los elementos más sencillos que componen el producto y que no requieren de altas prestaciones.



Figura 17. Filtro de red [31]

#### 4.2.7. Ventiladores y rejillas de protección

Con el fin de conseguir una refrigeración activa eficiente, que acelere y potencie la refrigeración pasiva que otorga el diseño del propio chasis, se ha seleccionado un ventilador de pequeño tamaño (50x50x10mm) funcionando a 5V, con una velocidad de 5200 rpm y un rango de operación de -10°C a 70°C y la capacidad de mover una cantidad de aire de 9.26CFM.

El ruido generado es bajo (20.57dBA), ideal para estar funcionando en el propio entorno de trabajo.

A su vez, ofrece una vida útil de más de 35000 horas, cumpliendo con especificaciones CE, RoHS, UL, TUV.

El ventilador se encuentra protegido mediante una rejilla metálica que permitirá el flujo continuado de aire, pero evitará una manipulación no deseada del ventilador.



Figura 18. Ventilador y rejilla protectora [31]

#### 4.2.8. Bananas para conexión de fuente de alimentación externa

Estos conectores han sido seleccionados debido a su montaje directo sobre el panel trasero del producto, de una forma eficiente y con un resultado vistoso.

La corriente máxima que soportan es de 35A y 1000V con una resistencia máxima inferior a 5mΩ

El propósito de estos conectores es brindar al usuario la posibilidad de conectar una fuente de alimentación externa lineal o batería externa al producto. Mejorando un más el rendimiento, debido a la gran estabilidad de este tipo de fuentes.



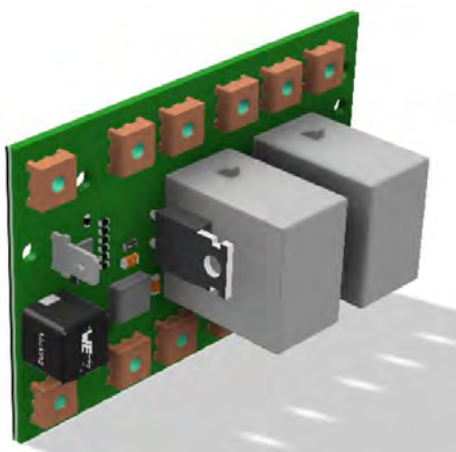
Figura 19. Bananas de conexión [31]

#### 4.2.9. Seleccionador de alimentación (Power Selector)

A pesar de que este elemento no se ha considerado en la fabricación del dispositivo descrito en este documento, debido a que su diseño no ha sido finalizado, es importante explicarlo ya que otorgará al cliente final un gran valor añadido.

Haciendo uso de los conectores tipo banana que encontraremos en el panel trasero del chasis, el usuario podrá conectar una fuente de alimentación lineal y batería externa. La finalidad del seleccionador es la de detectar de forma automática esta conexión y dejar de hacer uso de la fuente de alimentación interna del producto para usar la alimentación exterior.

De esta forma, el usuario conseguirá obtener un rendimiento aun mayor, trabajando con una mayor estabilidad de corriente y tensión.



*Figura 20. Prototipo renderizado del seleccionador de alimentación*



### 4.3. Material para el montaje

#### 4.3.1. Herramientas

Las herramientas que deben encontrarse en la zona de montaje se describen a continuación. Cabe destacar que estos útiles deben encontrarse en buen estado, ordenados y accesibles siguiendo la filosofía de producción anteriormente expuesta.

##### 4.3.1.1. Llaves de punta intercambiable

Es preciso que en la zona de ensamblaje exista un destornillador de vaso hexagonal. Debe de ser compatible con las puntas de 1/4", 5/6".

##### 4.3.1.2. Llaves fijas

Llaves fijas del número 5.5 y 7. Deben ser de pequeño tamaño para facilitar la operabilidad del empleado que montara el dispositivo ya que los espacios de trabajo son estrechos.



Figura 21. Llave fija [33]

##### 4.3.1.3. Alicates de corte

Para esta herramienta no es necesario cumplir ninguna característica específica, pero debe ser manejable y resistente, de calidad.

##### 4.3.1.4. Alicates de presión

Al igual que los alicates de corte, esta herramienta no debe cumplir unos estándares precisos, pero es muy recomendable que sea un instrumento resistente y de calidad, ofreciendo un manejo sencillo sin ser muy grande o pesado.

##### 4.3.1.5. Cuñas Trim de plástico

Esta herramienta facilitará la retirada de las carcasas laterales de los chasis. A su vez, evitará rallar o dañar la parte externa del producto y cumplir así con la calidad estética que la compañía marca.



Figura 22. Cuñas Trim de plástico [33]

##### 4.3.1.6. Crimpadora y Mordazas

Este material solo será necesario en el caso de que la fabricación incluya el montaje del cableado. Para esto será necesario disponer de una Crimpadora con la posibilidad de intercambiar las mordazas a diferentes formas y tamaños. Estas mordazas deben ser compatibles con conectores tipo faston y pines aéreos macho y hembra compatibles con cables de 16 a 26 AWG.



Figura 23. Crimpadora y mordazas [33]



#### 4.3.1.7. Carraca lateral con cabezal intercambiable

Esta herramienta ha sido seleccionada después de realizar el montaje con varias versiones de atornilladores fijos y de cabezales intercambiables. Debido a las mínimas dimensiones internas del producto y su accesibilidad limitada conforme el montaje se va realizando, se recomienda hacer uso de una carraca lateral de cabezales intercambiables ya que brindará al operario la capacidad de realizar el montaje de una forma más cómoda.



Figura 24. Carraca de cabezales intercambiables [33]

#### 4.3.1.8. Llaves de vaso y puntas de atornillar

Deben encontrarse disponibles en la zona de ensamblado los siguientes modelos:

Vasos:

- Cuadrado- Hexagonal: 1/4", 5/16"



Figura 25. Llaves de vaso [33]

Puntas de atornillar:

- Allen: #2, #2.5, #3
- Torx: CR-VT20
- Phillips: #PH2



Figura 26. Puntas de atornillar [33]

#### 4.3.2. Accesorios para la célula de ensamblaje

##### 4.3.2.1. Mesa de ensamblaje

La mesa de ensamblaje debe ser cómoda. Al ser posible la mesa debe contar con una estantería frontal para poder colocar las gavetas de manera que sean rápidamente accesibles para el operario.

Se ha pensado en una mesa como la mostrada en la *Imagen 21*. Además, podría mejorarse los tiempos de producción si la mesa cuenta con un soporte giratorio ya que dará velocidad para las operaciones de desmontaje y ensamblaje del producto.

Cabe destacar que la mesa de trabajo debe ser protegida con unas láminas de polietileno expandido para evitar dañar el chasis y los elementos de la plataforma modular.



Figura 27. Láminas de polietileno [28]



Figura 28. Banco de trabajo serie UNIMOD [35]

##### 4.3.2.2. Multímetro

Para realizar el testeo de continuidad y la verificación de alimentación en Backplane debe existir al menos un multímetro en la zona de ensamblaje, preferiblemente debe ser un multímetro digital.

##### 4.3.2.3. Gavetas

Como más tarde se precisará, es necesario contar con al menos treinta gavetas. Diecisiete de estas gavetas deben ser de un tamaño de  $100 \times 170 \times 80$  mm donde se almacenará la tornillería necesaria para el ensamblado del producto y demás materiales vinculantes. El resto será de un tamaño igual o superior a  $270 \times 420 \times 175$  mm para las piezas de mayor tamaño.

En el apartado *Montaje*, se especificará el uso de cada una de estas gavetas.

##### 4.3.2.4. Estanterías

Si la mesa de montaje no contase con unas estanterías o repisas propias donde colocar las gavetas, se debe instalar una estantería adicional en la zona de ensamblado.



Figura 29. Carro de transporte serie UNIMOD [35]

#### 4.3.3. Material de fijación

##### 4.3.3.1. Tornillería

La tornillería que debe suministrarse para realizar el ensamblaje completo de todos los productos se especifica a continuación.

- Tornillos Rosca-chapa con normativa DIN 7983. Estos tornillos deben suministrarse en métrica 3.5 y longitud 16 mm.
- Tornillos Allen:
  - o Avellanados: normativa DIN 7991. En versiones M3x20mm y M3x8mm
  - o Cilíndricos: normativa DIN 7984. En métrica 4 y longitud 8 mm.
  - o Botón: normativa ISO 7380. Métrica 2.5, longitud 12 mm.
- Tornillo cruciforme con normativa DIN 7985 de métrica 2.5 y 12mm.
- Tornillos tipo Torx: normativa ISO 10664. Estos tornillos no deben suministrarse a la zona de ensamblaje ya que vienen instalados en el chasis. Simplemente habrá que retirarlos para comenzar el ensamblaje y posteriormente volver a fijarlos.

##### 4.3.3.2. Arandelas

Las arandelas que resultarán de utilidad en el ensamblado del producto serán las recogidas por la normativa DIN 9021 de métricas tres y cuatro.

##### 4.3.3.3. Tuercas

Del mismo modo que las arandelas, las tuercas necesarias están registradas bajo la normativa DIN 934 y deben ser de métrica tres y cuatro.

##### 4.3.3.4. Abrazaderas para los cables

Este material resultara imprescindible para conseguir acoplar e cableado en el chasis, de tal forma que no entorpezca las operaciones de ensamblaje y manipulación interior del dispositivo modular.

##### 4.3.3.5. Placa de testeo

Para el testeo se ha utilizado una placa de dimensiones 3U para compatibilizar con la profundidad de las ranuras frontales de conexión de módulos. Para esta operación simplemente se necesitará obtener la tensión a la que el producto está operando, por lo que obtendremos la tensión de salida de los conectores en referencia a la masa. La manera más sencilla es adquiriendo una placa protoboard de dichas dimensiones que nos permitan conectar de una forma sencilla el conector DIN 41612 compatible con las conexiones VME J1 del Backplane y mediante un multímetro poder conectar a la protoboard y testear los módulos ensamblados de una forma rápida, versátil y eficaz.



Figura 30. Conector DIN41612 [34]

#### 4.4. Diseño de piezas con el programa Autodesk Fusion 360

Haciendo uso de la herramienta Autodesk Fusion 360 se ha realizado el diseño de piezas en 3D para facilitar las operaciones de montaje del producto, reduciendo costes de tiempo y material. Mejorando la calidad y la sencillez en la medida de lo posible.

Estas piezas diseñadas han sido los soportes utilizados para las fuentes de alimentación de cada una de las versiones del producto.

En un primer momento, las fuentes de alimentación habían sido fijadas directamente sobre el chasis del producto, pero se observó que esto provocaba deformaciones en las fuentes de alimentación, vibraciones o inconvenientes para realizar una manipulación o montaje de forma cómoda. Por esta razón, una de las tareas principales fue modificar estas piezas realzando un diseño optimizado.

Los tres diseños realizados han sido diseñados teniendo en cuenta las características propias de cada chasis y cada fuente. Además, se ha pretendido minimizar la variedad de tornillos utilizados para beneficiarse de pedidos de alto volumen. A su vez, el diseño ha valorado y permite la instalación futura del seleccionador de corriente.

A continuación, se muestran las imágenes de los diferentes soportes. Los planos pueden encontrarse en el apartado de [Anexo](#) de este documento.

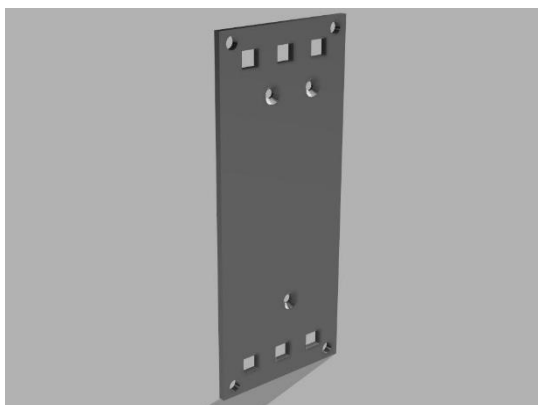


Figura 32. Soporte para fuente de alimentación LRS-100

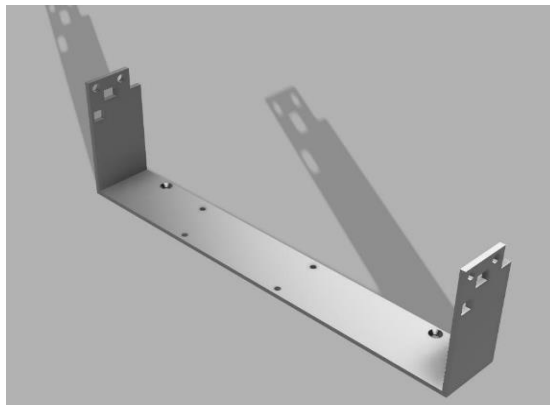


Figura 31. Soporte para fuente de alimentación HSP-200

Finalmente, también se ha solicitado presupuesto a dos suministradores para poder valorar de una forma más amplia las piezas ya que estos fabricantes han realizado valoraciones puntuales de las piezas que también han ayudado a mejorar el diseño y cumplir con condiciones críticas para que puedan ser fabricadas.

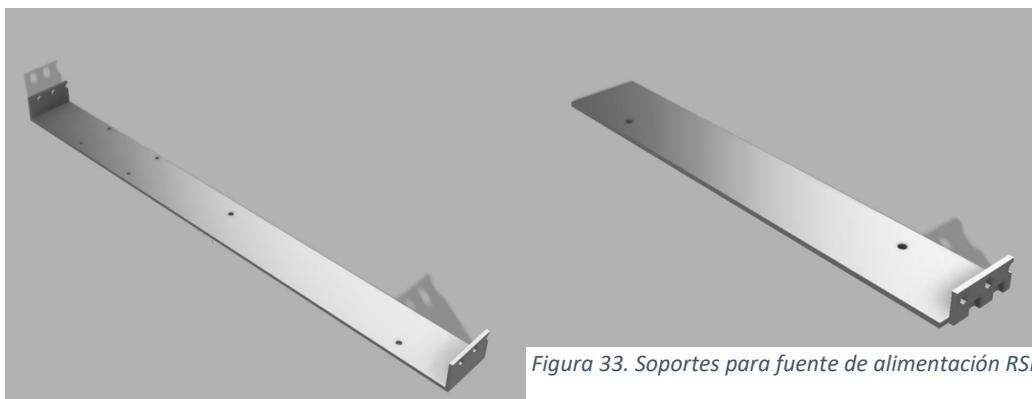


Figura 33. Soportes para fuente de alimentación RSP-500

#### 4.5. Diseño del cableado

En un primer momento el cableado del dispositivo se había realizado conector por conector, de forma que de un producto a otro del mismo modelo podían existir variaciones. A su vez, resultaba difícil la manipulación interior y el montaje era lento, tanto por tener que fabricar el cableado como por la no estandarización del mismo.

Esto se solucionó realizando unos planos para crear las guías del cableado, estandarizándolo así para las tres versiones del producto. De esta forma, el montaje es rápido ya que el cableado llega prefabricado a la célula de montaje. Los errores en el conexionado disminuyen drásticamente ya que los conectores del cableado están diseñados a medida, para que encajen de forma exacta con los conectores correspondientes del Backplane, fuente de alimentación o filtro de red.

Las métricas del cableado están subordinadas a los niveles de corriente que deben circular por él, recogidos en la *Tabla 3*. Las especificaciones de cada cableado se han documentado junto a los planos correspondientes, marcando el color y la métrica de forma específica. A su vez se ha referenciado el conector apropiado para cada terminal en base a la corriente que este debe soportar según se especifica en la *Tabla 4*.

Sección del cable	Intensidad máxima	Potencia máxima en 12 Vcc	Potencia máxima en 24 Vcc	Potencia máxima en 48 Vcc	Potencia máxima en 220 Vac
1,5 mm <sup>2</sup>	11 A	132 W	264 W	528 W	2.420 W
2,5 mm <sup>2</sup>	15 A	180 W	360 W	720 W	3.300 W
4 mm <sup>2</sup>	20 A	240 W	480 W	960 W	4.400 W
6 mm <sup>2</sup>	25 A	300 W	600 W	1.200 W	5.500 W
10 mm <sup>2</sup>	34 A	408 W	816 W	1.632 W	7.480 W
16 mm <sup>2</sup>	45 A	540 W	1.080 W	2.160 W	9.900 W
25 mm <sup>2</sup>	59 A	708 W	1.416 W	2.832 W	12.980 W

Tabla 4. Sección del cableado y valores relativos [26]

Código AWG	Diametro del conductor (mm)	Ohmios por kilómetro	Amperaje máximo para distancias cortas	Amperaje máximo para distancias largas
0000	11.684	0.16072	380	302
000	10.40384	0.202704	328	239
00	9.26592	0.255512	283	190
0	8.25246	0.322424	245	150
1	7.34822	0.406392	211	119
2	6.54304	0.512664	181	94
3	5.82676	0.64616	158	75
4	5.18922	0.81508	135	60
5	4.62026	1.027624	118	47
6	4.1148	1.295928	101	37
7	3.66522	1.634096	89	30
8	3.2639	2.060496	73	24
9	2.90576	2.598088	64	19
10	2.58826	3.276392	55	15
11	2.30378	4.1328	47	12
12	2.05232	5.20864	41	9.3
13	1.8288	6.56984	35	7.4
14	1.62814	8.282	32	5.9
15	1.45034	10.44352	28	4.7
16	1.29032	13.17248	22	3.7
17	1.15062	16.60992	19	2.9
18	1.02362	20.9428	16	2.3
19	0.91186	26.40728	14	1.8
20	0.8128	33.292	11	1.5
21	0.7239	41.984	9	1.2
22	0.64516	52.9392	7	0.92
23	0.57404	66.7808	4.7	0.729
24	0.51054	84.1976	3.5	0.577
25	0.45466	106.1736	2.7	0.457
26	0.40386	133.8568	2.2	0.361
27	0.36068	168.8216	1.7	0.288
28	0.32004	212.872	1.4	0.226
29	0.28702	268.4024	1.2	0.182
30	0.254	338.496	0.86	0.142
31	0.22606	426.728	0.7	0.113
32	0.2032	538.248	0.53	0.091

Tabla 5. Código AWG y valores relativos [27]

El diseño del cableado se ha realizado en tres fases:

- Primera fase: se han tomado las medidas sobre los chasis correspondientes, conduciendo los cables de forma que su posición final no dificulten la manipulación interna del producto e intentando separar lo máximo posible el cableado de alterna y el de continua por razones de interferencias.
- Segunda fase: mediante el programa *Autodesk Fusion 360* se han realizado los planos del cableado para las tres versiones del producto. Sobre los planos se han marcado los terminales correspondientes, así como el tipo de cable que habrá entre estos. Con todo esto, se pretende agilizar el conexionado y reducir los errores que se puedan producir.
- Tercera fase: con los planos diseñados, se han montado un prototipo de cada uno. De esta forma, se consigue probar diferentes variantes, encontrar errores de medida o de selección de conectores y obtener así un diseño contrastado.



Figura 34. Cableado del chasis 28HP

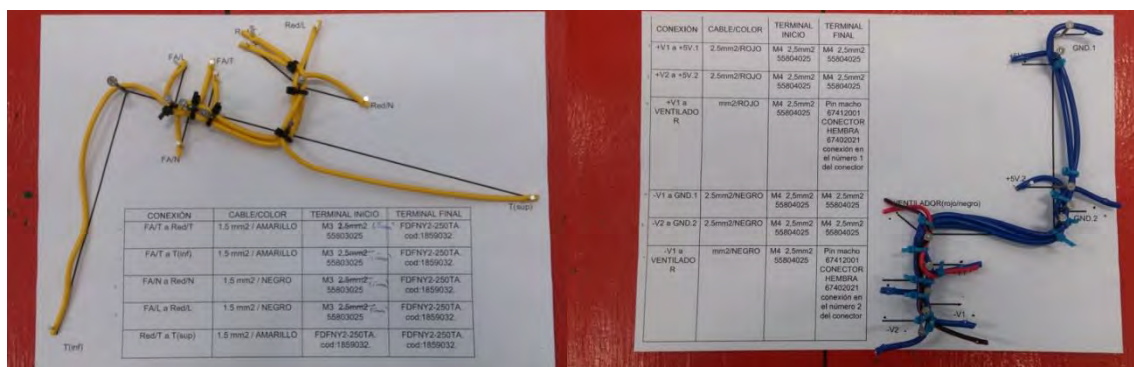


Figura 35. Cableado del chasis 42HP



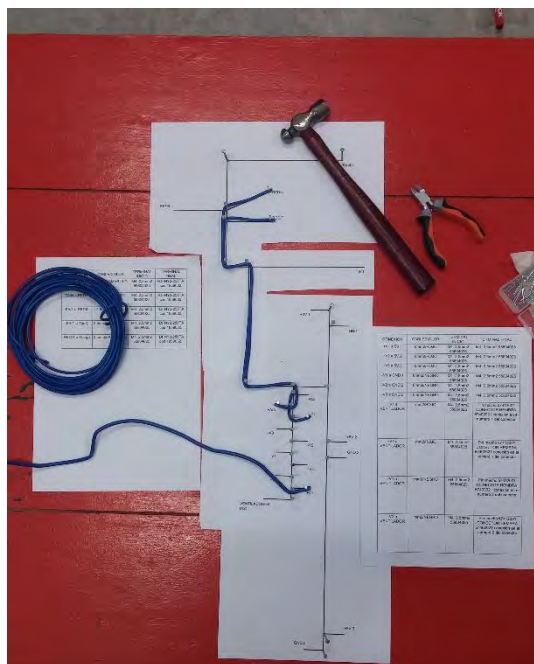


Figura 36. Cableado del chasis 84HP

En la tercera etapa, se encontraron diferentes problemas.

- Errores de medida en los planos del cableado correspondiente al chasis 28HP, corregidos posteriormente.
- Incompatibilidad de conectores con amperaje y medidas de las fuentes HSP-200 y RSP-500.

Al comenzar el proyecto los conectores existentes no cumplían especificaciones críticas para las conexiones de continua, ya que deben soportar corrientes de 20, 40 y 90 amperios. Por este motivo, se seleccionaron los conectores tubulares. Después, con las pruebas del cableado se observó que los conectores no eran compatibles con las medidas de las fuentes de alimentación HSP-200, RSP-500. Por ello, se cambiaron los conectores de la fuente HSP-200 de la parte de alterna por unos conectores tipo horquilla. La sustitución de los conectores de continua para la fuente RSP-500 fue más complejo debido a los valores elevados de corriente que deben soportar.

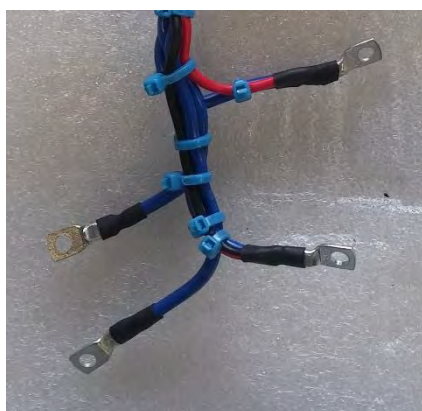


Figura 37. Conectores tubulares



Figura 38. Conectores en horquilla



Figura 39. Conectores tipo Crimp hembra

En resumen, tras haber realizado el diseño del cableado se ha percibido mejoras tanto en los tiempos de fabricación como en la calidad del producto. Estos aspectos ayudan a que el dispositivo final tenga un factor de calidad deseado, encontrándose dentro de los márgenes de satisfacción como se explicó en la metodología *Seis Sigma*.

#### 4.6. Problemas, correcciones y mejoras

En un primer acercamiento al producto, se propusieron varias mejoras en las para las partes internas. En cambio, los problemas no se pudieron resolver tan fácilmente ya que muchas de las soluciones planteadas interferían en otros aspectos importantes del producto. La solución final es el resultado de un diseño de prueba-error y la consideración de todos los aspectos interrelacionados del producto.

Los problemas encontrados inicialmente en relación al producto, su ensamblaje y piezas que lo conformaban se puede resumir en dos aspectos:

- Estandarización de la producción
- Piezas no optimizadas para el producto.

En relación a la estandarización de la producción, se ha elaborado unas pautas que pretenden agilizar y estandarizar el ensamblado. Este aspecto ha incrementado la calidad del producto final, disminuyendo los fallos de montaje. A su vez los tiempos se han reducido con el ahorro que esto supone. Finalmente, se ha elaborado la documentación pertinente para el proceso de ensamblaje: planos, lista de materiales, pautas de acción.

En cuanto a las piezas originales, como se ha descrito anteriormente, dificultaban el montaje y ocasionaban fallos y retrasos en el mismo. Tras la optimización de las piezas con la herramienta 3D y el diseño específico del cableado, se ha comprobado que los tiempos y la calidad del montaje ha aumentado.

La corrección de todos los problemas agilizará los tiempos de entrega y podrá ofrecer al cliente final mayor calidad de producto, ajustando en todo lo posible los precios y ayudando a que el producto sea altamente personalizable. Todos ellos son objetivos prioritarios para la compañía.



#### 4.7. Manual de producción

En este apartado se explicará el proceso de fabricación de cada uno de los chasis disponibles para configurar las tres versiones que ofrece la compañía.

Antes de comenzar con el proceso de ensamblado, se deben organizar los diferentes materiales que van a formar parte del producto. Para ello, se distribuirán de forma ordenada en las gavetas y demás áreas disponibles en la zona de montaje.



Figura 40. Prototipo de estación de trabajo [35]

Se dividirán las gavetas por columnas y filas, referenciando cada una de las gavetas con el siguiente código:

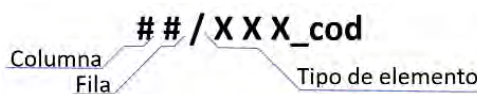


Figura 41. Código de identificación de piezas y materiales del ensamblado

El tipo de elemento se clasificará del siguiente modo:

- Fijación
  - o Tornillos Rosca-chapa: TRC\_DIN7983\_M#x##mm
  - o Tornillos Allen Avellanados: TAA\_DIN7991\_M#x##mm
  - o Tornillos Allen Cilíndricos: TAC\_DIN7984\_M#x##mm
  - o Tornillos Allen Botón: TAB\_ISO7380\_M#x##mm
  - o Tornillos Cruciforme Botón: TCB\_DIN7985\_M#x##mm
  - o Tornillos Torx: TT\_ISO10664\_M#x##mm
  - o Arandela: Ar\_DIN9021\_M#
  - o Tuerca: Tu\_DIN934\_M#
- Conducción
  - o Cableado Chasis 28HP: Cbl\_28HP
  - o Cableado Chasis 42HP: Cbl\_42HP
  - o Cableado Chasis 84HP: Cbl\_84HP
  - o Chapa frontal para Chasis 42HP: CF\_42HP
- Conectores
  - o Conector aéreo macho: CA\_M
  - o Conectores rojos tipo banana: CB\_R
  - o Conectores negros tipo banana: CB\_N
  - o Pines hembra: P\_H

- Partes

- Ventilador: V
- Rejilla de protección: FG
- Filtro de Red: FR
- Fuente de alimentación LRS-100-12: FA\_28HP
- Fuente de alimentación HSP-200-5: FA\_42HP
- Fuente de alimentación RSP-500-5: FA\_84HP
- Soporte para fuente de alimentación LRS-100-5: SP\_28HP
- Soporte para fuente de alimentación HSP-200-5: SP\_42HP
- Soporte para fuente de alimentación RSP-500-5: SP1\_84HP (inferior)  
SP2\_84HP (superior)
- Panel trasero 28HP: Ptr\_28HP
- Panel trasero 42HP: Ptr\_42HP
- Panel trasero 84HP: Ptr\_84HP

00/TRC_DIN7983_ M3.5x16mm	01/TAA_DIN7991_ M3x20mm	02/TAA_DIN7991_ _M3x8mm	03/TAC_DIN7984_ _M4x8mm	04/TAB_ISO7380_ M2.5x12mm	05/TCB_DIN7985_ M2.5x12mm
10/Ar_DIN9021_ M3	11/Ar_DIN9021_ M4	12/Tu_DIN934_M 3	13/Tu_DIN934_M 4	14/TT_ISO10664	15/CF_42HP
20/CA_M	21/P_H	22/CB_R	23/CB_N	24/SP_28HP	
	30/V	31/FG	32/FR	33/SP_42HP	
	40/Cbl_28HP	41/Cbl_42HP	42/Cbl_84HP	43/SP1_84HP y SP2_84HP	
		50/FA_28 HP	51/FA_42H P	52/FA_84 HP	
		60/Ptr_28 HP	61/Ptr_42H P	62/Ptr_84 HP	

Tabla 6. Organización de las gavetas

A continuación, se muestra una imagen que simula la organización en gavetas que habría que tener en la zona de montaje. 17 gavetas tipo.2, 9 tipo.3A2, 3 tipo.4A2 y 3 tipo.4



Figura 42. Organización de las gavetas [35]



Además, en la zona de ensamblado deberán encontrarse las siguientes herramientas:

- Carraca lateral con cabezal intercambiable
- Destornillador con cabezal intercambiable
- Llaves fijas de tamaños: 5.5 y 7
- Llaves Allen de los números: 2, 2.5 y 3
- Papel
- Cabezal Torx: CR-VT20
- Cabezal Phillips: PH2
- Voltímetro
- Placa de testeo

Estos materiales se deberán colocar en la zona de ensamblaje de manera ordenada y correcta. Además, se debe marcar su existencia, suministro o falta de material mediante los indicadores adecuados.

Para las indicaciones de falta de material se utilizará un ordenador en la zona de montaje que dispondrá del software de gestión. De esta forma, una vez por semana se realizará una revisión de inventario y se actualizará la entrada correspondiente en el programa. Por cada montaje el programa descontará de forma automática la cantidad de piezas utilizadas. Por lo que los encargados del suministro o solicitud de pedidos a los proveedores conocerán la cantidad de material restante que habrá para cada configurar cada versión del producto. Además, el operario deberá marcar el comienzo de ensamblaje de un pedido y el final, informando a través del programa la finalización de cada producto obteniendo de esta forma un conocimiento en tiempo real de en qué fase se encuentra cada pedido.

Con todos los materiales y herramientas disponibles, ordenados y operativos se podrá realizar el ensamblaje de las tres versiones del producto disponible.

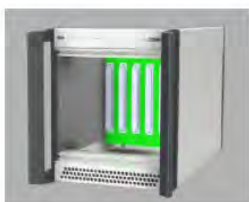
# 1

## Ensamblado del chasis 28HP

### 1.1. Desmontaje del chasis 28HP

#### BOM

Chasis 28HP



#### HERRAMIENTAS

Cuñas de plástico tipo *Trim*



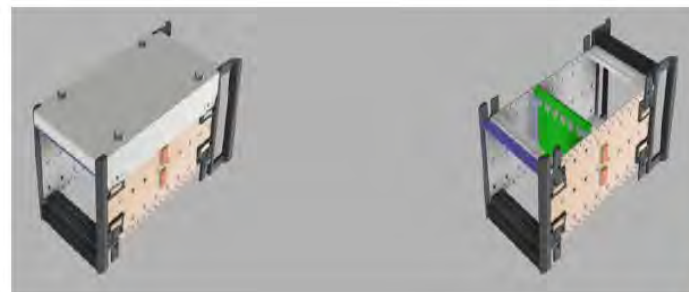
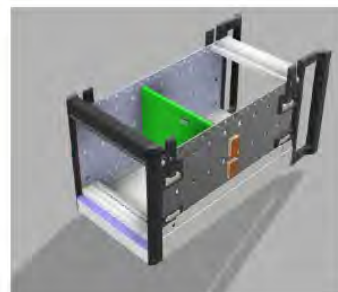
Carraca lateral con cabeza intercambiable



Punta Torx: CR-VT20



- 1) Colocar el chasis sobre el banco de trabajo
- 2) Retirar las carcassas laterales sirviéndose de las cuñas de plástico
- 3) Desatornillar los 8 tornillos Torx de las carcassas superior e inferior y guardarlos en la gaveta **14/TT\_ISO10664**
- 4) Retirar la carcassa superior
- 5) Voltear
- 6) Retirar la carcassa inferior
- 7) Reservar estas piezas



SIGUIENTE

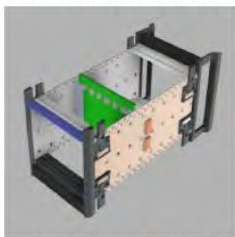
# 1

## Ensamblado del chasis 28HP

### 1.2. Conexión del cableado

#### **BOM**

Chasis 28HP desmontado



Cableado Chasis 28HP: 40/Cbl\_28HP



#### **HERRAMIENTAS**

Carraca lateral con cabeza intercambiable  
Punta Phillips #PH2



- 1) Continuar con el chasis volteado
- 2) Retirar tornillos correspondientes del Backplane y fijar el cableado



SIGUIENTE



# 1

## Ensamblado del chasis 28HP

### 1.3. Montaje de la fuente de alimentación y el soporte

#### BOM

LRS-100-5: 50/FA\_28HP



Soporte\_FA\_20A: 24/SP\_28HP



3 tornillos: 02/TAA\_DIN7991\_M3x8mm



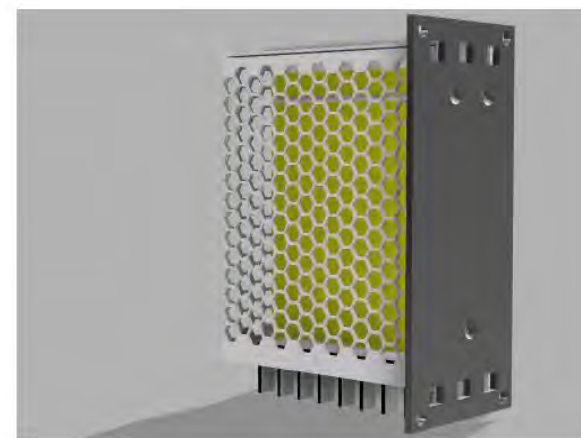
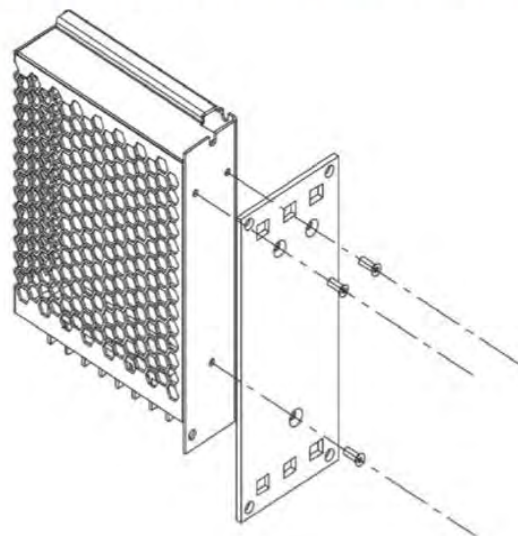
#### HERRAMIENTAS

Carraca lateral con cabeza intercambiable

Punta Allen #2.5



1) Fijar el soporte a la fuente de alimentación con 3 tornillos avellanados



SIGUIENTE

# 1

## Ensamblado del chasis 28HP

### 1.4. Montaje de la fuente de alimentación al chasis

#### BOM

Montaje del apartado anterior



4 tornillos: 03/TAC\_DIN7984\_M4x8mm



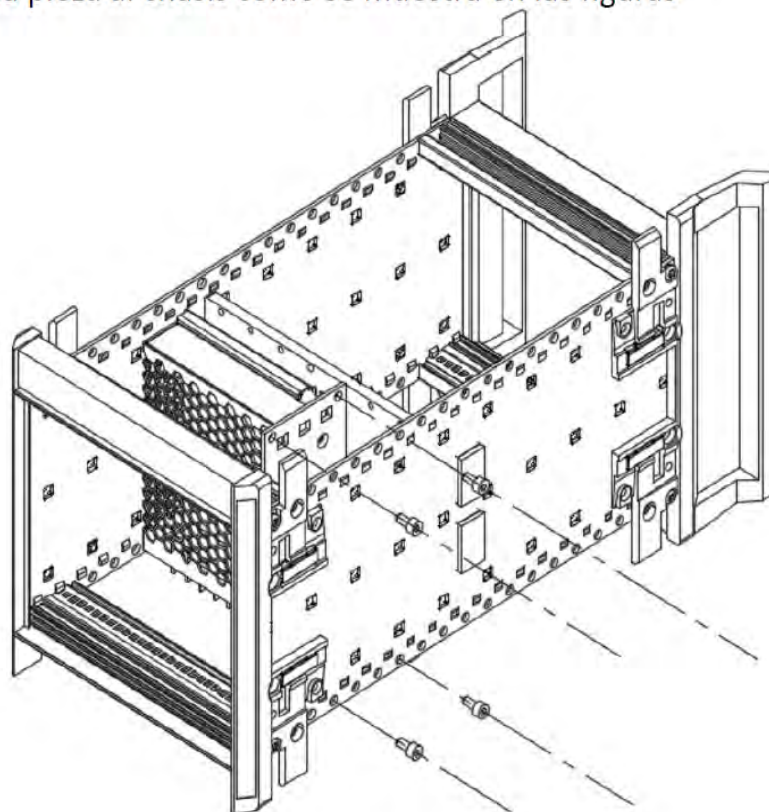
#### HERRAMIENTAS

Carraca lateral con cabeza intercambiable

Punta Allen #3



1) Fijar la pieza al chasis como se muestra en las figuras



SIGUIENTE

# 1

## Ensamblado del chasis 28HP

### 1.5. Conexión de la fuente de alimentación

#### BOM

Chasis 28HP del paso 2, desmontado y con el cableado fijado al Backplane

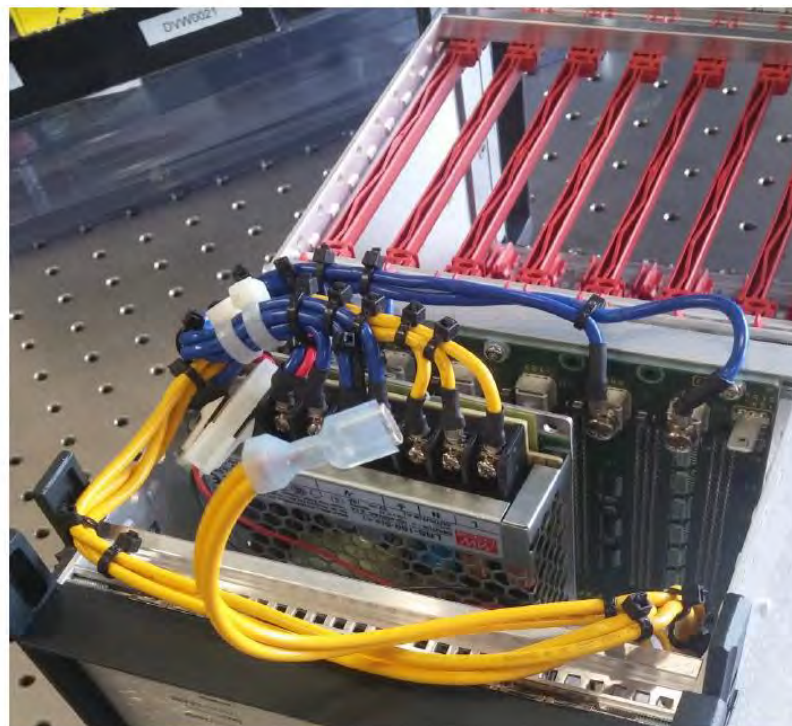
#### HERRAMIENTAS

Carraca lateral con cabeza intercambiable

Punta Phillips #PH2



#### 1) Conectar los cables a la fuente de alimentación



SIGUIENTE



# 1

## Ensamblado del chasis 28HP

### 1.6. Conexión del ventilador

#### BOM

Ventilador: 30/V



2 Pines Hembra: 21/P\_H



Conector macho: 20/CA\_M



#### HERRAMIENTAS

Crimpadora y mordazas



- 1) Conectar pines hembra a los cables del ventilador
- 2) Introducir pines hembra en el conector aéreo tipo macho



SIGUIENTE

# 1

## Ensamblado del chasis 28HP

### 1.7. Ensamblaje del panel trasero del chasis

#### BOM

Panel trasero 28HP: 60/Ptr\_28HP



2 tornillos: 00/TRC\_DIN7983\_M3.5x16mm

4 tornillos: 01/TAA\_DIN7991\_M3x20mm

4 arandelas: 10/Ar\_DIN9021\_M3

4 tuercas: 12/Tu\_DIN934\_M3



Conectores tipo Banana: 22/CB\_R y 23/CB\_N

Filtro de Red: 32/FR



Ventilador paso anterior

Rejilla de protección: 31/FG



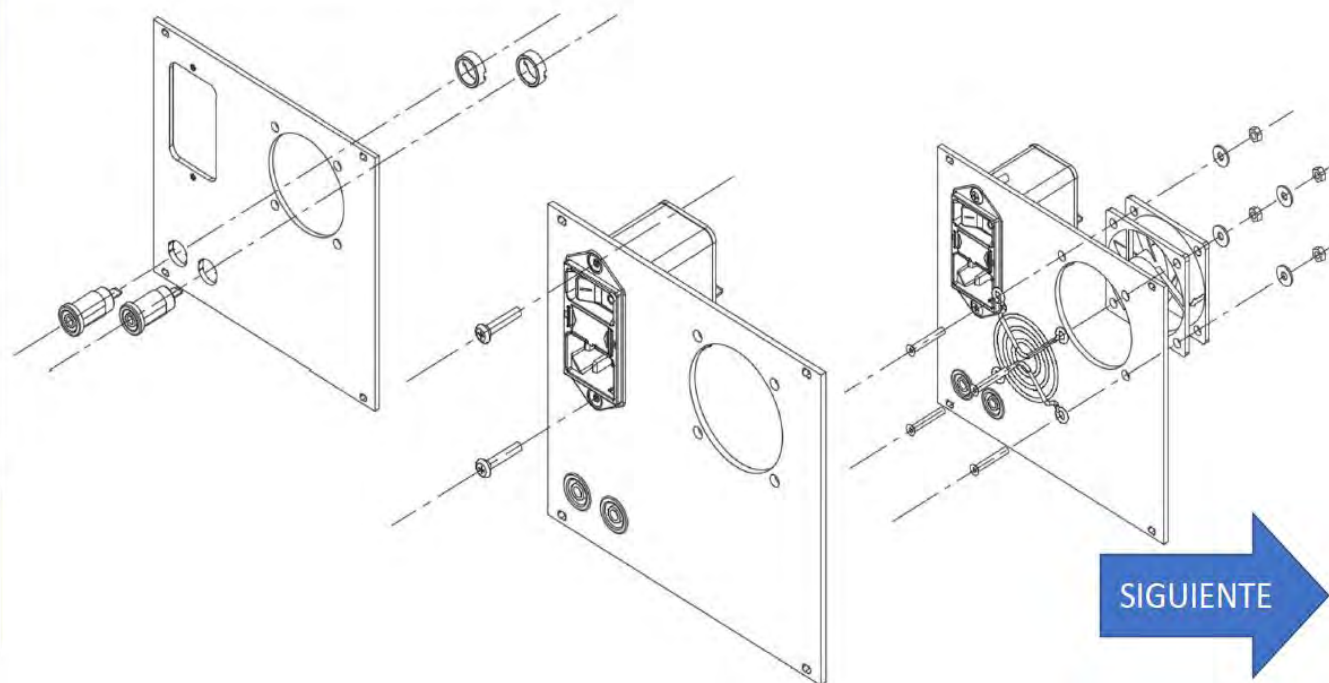
#### HERRAMIENTAS

Carraca lateral con cabeza intercambiable

Punta Allen #2.5

Punta Phillips #PH2

- 1) Fijar los conectores tipo Banana a panel trasero
- 2) Atornillar el filtro de red a la carcasa mediante los tornillos de Rosca-chapa
- 3) Atornillar el ventilador haciendo uso de los 4 tornillos Allen avellanados y las tuercas y arandelas correspondientes



SIGUIENTE

# 1

## Ensamblado del chasis 28HP

### 1.8. Conectar el cableado al panel trasero

#### BOM

Panel trasero 28HP montado



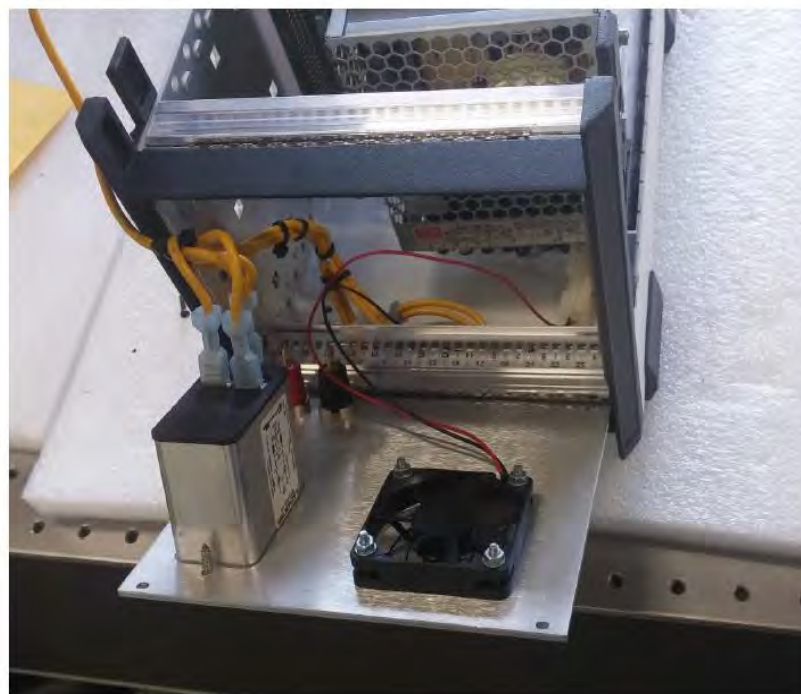
Chasis del paso 1.5

#### HERRAMIENTAS:

Multímetro



- 1) Colocar el panel sin atornillar sobre el chasis
- 2) Conectar el cableado en los terminales correspondientes
- 3) Comprobar mediante el multímetro la continuidad de los terminales correspondientes



SIGUIENTE



# 1

## Ensamblado del chasis 28HP

### 1.9. Fijación panel trasero al chasis

#### BOM

Panel trasero 28HP montado



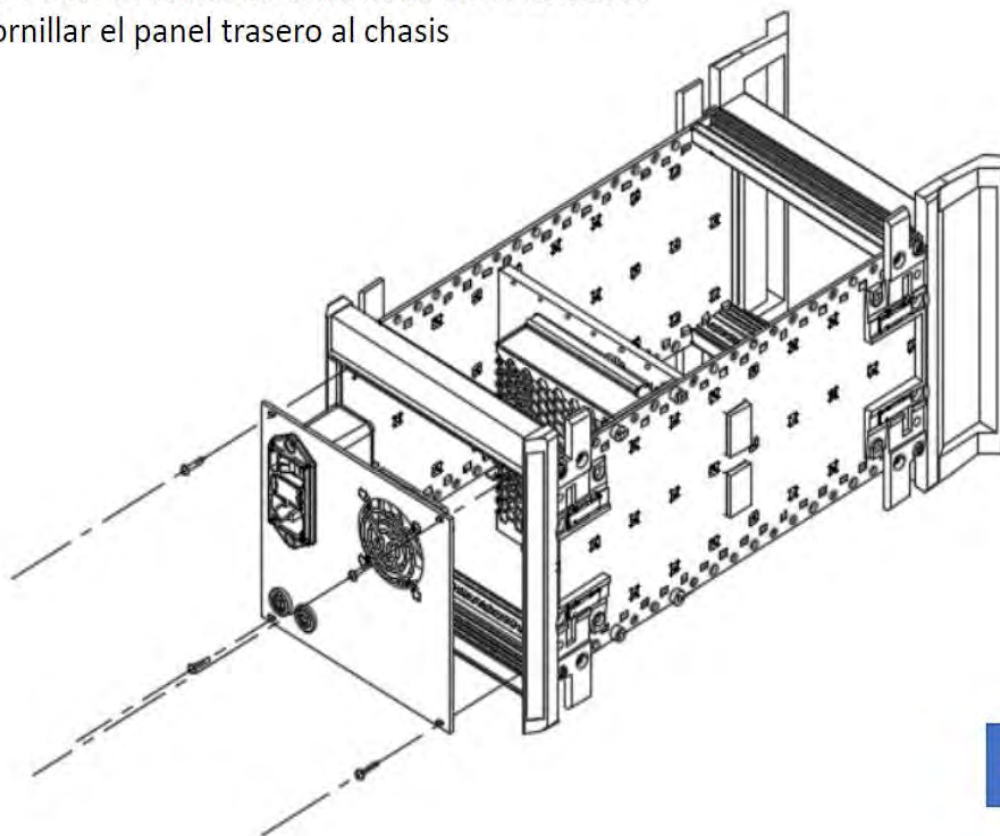
4 tornillos: 04/TAB\_ISO7380\_M2.5x12mm



#### HERRAMIENTAS

Carraca lateral con cabeza intercambiable  
Punta Allen #2.5

- 1) Acomodar el cableado conectado anteriormente
- 2) Atornillar el panel trasero al chasis



SIGUIENTE

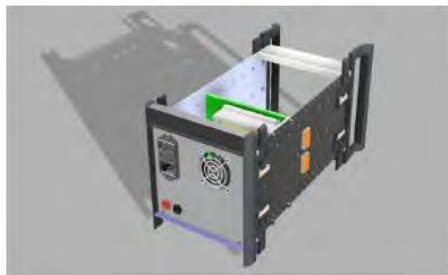
# 1

## Ensamblado del chasis 28HP

### 1.10. Conectar cableado de tierra al chasis

#### BOM

Chasis ensamblado en el paso anterior



Carcasas superior e inferior del chasis 28HP

#### HERRAMIENTAS

Carraca lateral con cabeza intercambiable

Punta Torx: CR-VT20



- 1) Conectar el cableado a la carcasa superior e inferior anteriormente desmontadas y ensamblarlas al chasis



SIGUIENTE

# 1

## Ensamblado del chasis 28HP

### 1.11. Testeo y montaje final

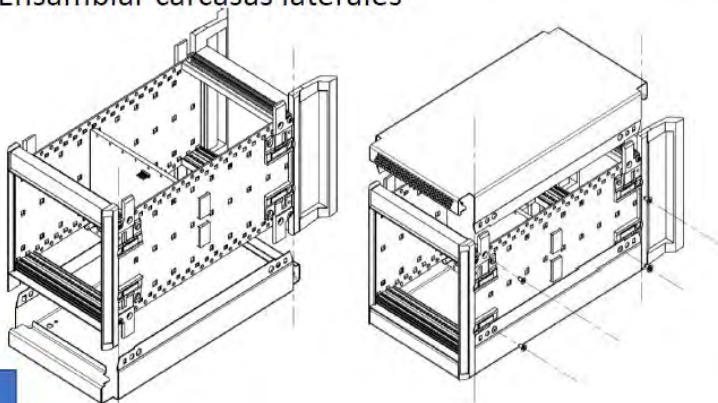
#### BOM

Chasis ensamblado en el paso anterior  
Pegatinas de garantía  
2 fusibles de 2A



Tornillos de sujeción: 14/TT\_ISO10664

- 1) Colocar los fusibles en el filtro de red
- 2) Testear que el dispositivo entrega 5V DC en los conectores frontales
- 3) Colocar pegatina de garantía en un tornillo de sujeción de la carcasa superior y una segunda en un tornillo de sujeción de la carcasa inferior
- 4) Colocar pegatina de garantía en un tornillos del panel trasero
- 5) Ensamblar carcasas laterales



Si el testeo no ha sido verificado  
debe repetir las operaciones de  
conexión del cableado

SIGUIENTE



# 2

## Ensamblado del chasis 42HP

### 2.1. Desmontaje del chasis 42HP

#### BOM

Chasis 42HP



#### HERRAMIENTAS

Cuñas de plástico tipo Trim



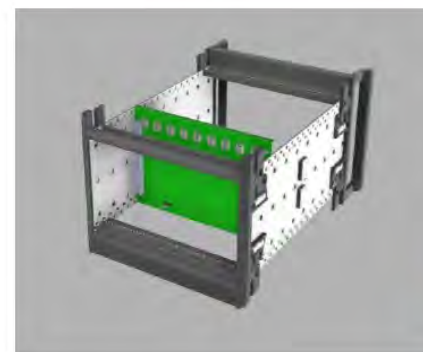
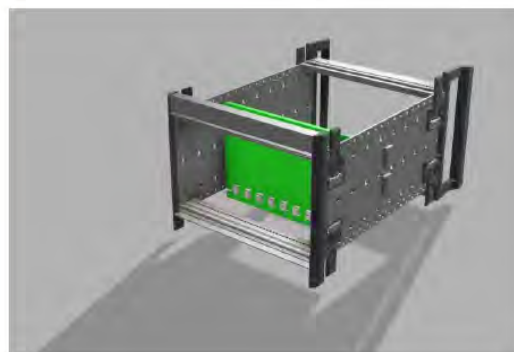
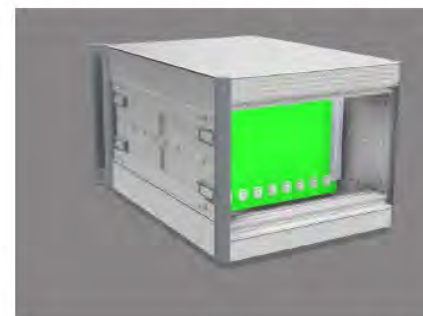
Carraca lateral con cabeza intercambial



Punta Torx: CR-VT20



- 1) Colocar el chasis sobre el banco de trabajo
- 2) Retirar las carcassas laterales sirviéndose de las cuñas de plástico
- 3) Desatornillar los 8 tornillos Torx de las carcassas superior e inferior y guardarlos en la gaveta **14/TT\_ISO10664**
- 4) Retirar la carcassas superior
- 5) Voltear
- 6) Retirar la carcassas inferior
- 7) Reservar estas piezas



SIGUIENTE

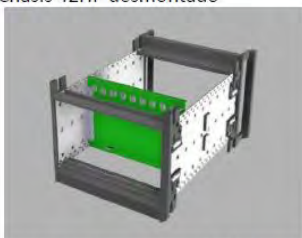
## 2

## Ensamblado del chasis 42HP

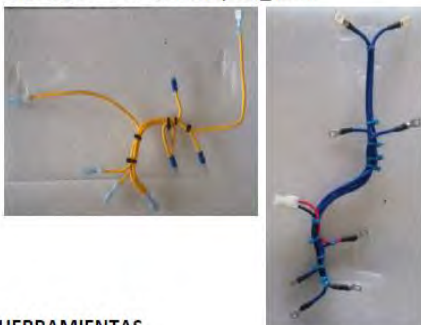
## 2.2. Conexión de cableado

**BOM**

Chasis 42HP desmontado



Cableado Chasis 42HP: 41/Cbl\_42HP

**HERRAMIENTAS**Carraca lateral con cabeza intercambiable  
Punta Phillips #PH2

## 1) Retirar tornillos correspondientes del Backplane y fijar el cableado



SIGUIENTE



# 2

## Ensamblado del chasis 42HP

### 2.3. Montaje del soporte para la fuente de alimentación

#### BOM

Chasis 42HP del apartado anterior

Soporte\_FA\_40A: **33/SP\_42HP**



4 tornillos: **03/TAC\_DIN7984\_M4x8mm**



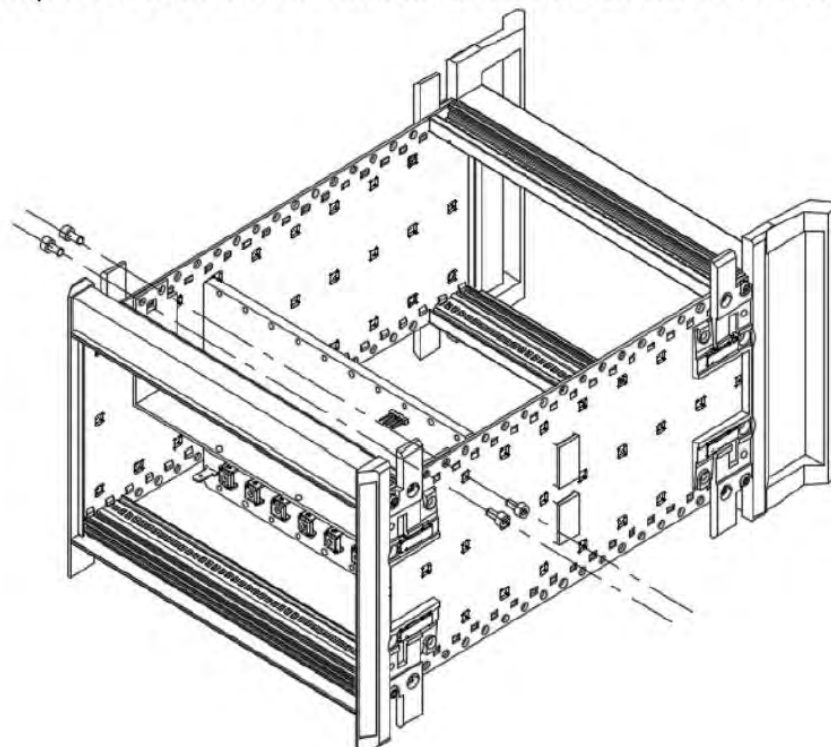
#### HERRAMIENTAS

Carraca lateral con cabeza intercambiable

Punta Allen #3



- 1) Poner el chasis en posición original
- 2) Fijar el soporte a la fuente de alimentación con 3 tornillos avellanados



SIGUIENTE

# 2

## Ensamblado del chasis 42HP

### 2.4. Montaje y conexión de la fuente de alimentación

#### BOM

Chasis del paso anterior

HSP-200-5: 51/FA\_42HP



2 tornillos: 02/TAA\_DIN7991\_M3x8mm



#### HERRAMIENTAS

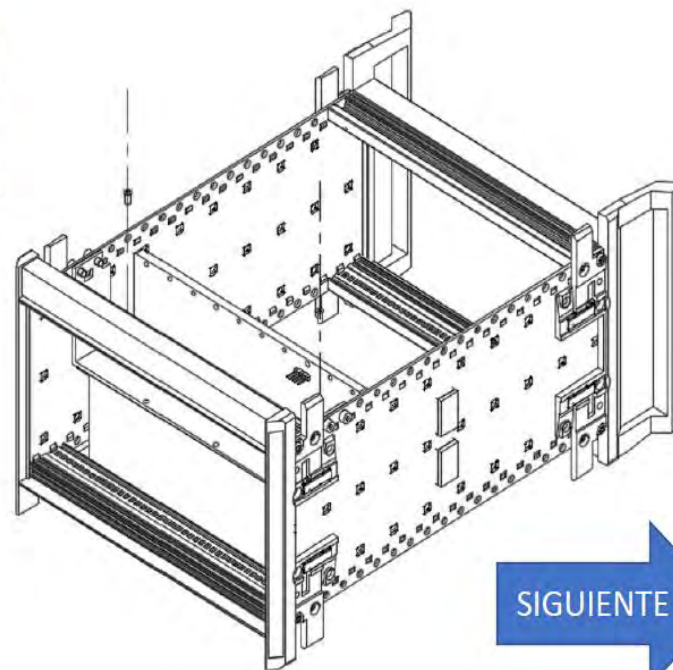
Carraca lateral con cabeza intercambiable  
Punta Allen #2.5



Punta Phillips #PH2



- 1) Fijar el cableado previamente instalado en el Backplane a los terminales correspondientes de la fuente de alimentación.
- 2) Atornillar la fuente de alimentación al soporte



SIGUIENTE

## 2

### Ensamblado del chasis 42HP

#### 2.5. Conexión del ventilador

##### BOM

Ventilador: 30/V



2 Pines Hembra: 21/P\_H



Conector macho: 20/CA\_M

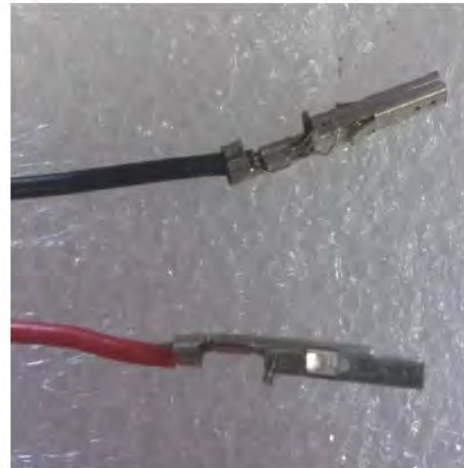


##### HERRAMIENTAS

Crimpadora y mordazas



- 1) Conectar pines hembra a los cables del ventilador
- 2) Introducir pines hembra en el conector aéreo tipo macho



SIGUIENTE



# 2

## Ensamblado del chasis 42HP

### 2.6. Ensamblaje del panel trasero del chasis

#### BOM

Panel trasero 42HP: 61/Ptr\_42HP



2 tornillos: 00/TRC\_DIN7983\_M3.5x16mm

4 tornillos: 01/TAA\_DIN7991\_M3x20mm

4 arandelas: 10/Ar\_DIN9021\_M3

4 tuercas: 12/Tu\_DIN934\_M3



Conectores tipo Banana: 22/CB\_R y 23/CB\_N

Filtro de Red: 32/FR



Ventilador paso anterior

Rejilla de protección: 31/FG

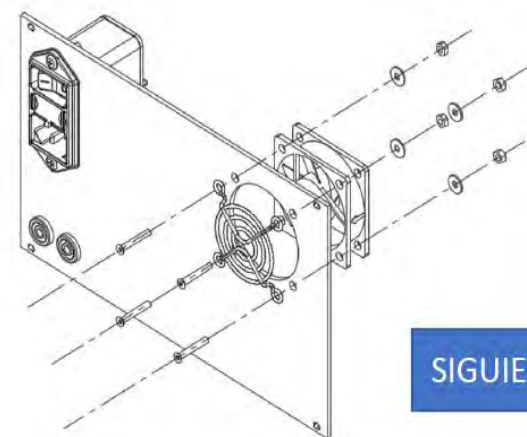
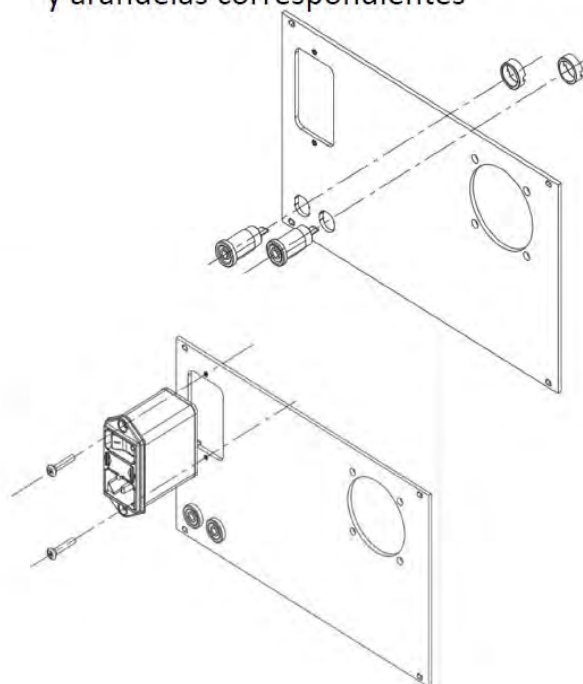
#### HERRAMIENTAS

Carraca lateral con cabeza intercambiable

Punta Allen #2.5

Punta Phillips #PH2

- 1) Fijar los conectores tipo Banana a panel trasero
- 2) Atornillar el filtro de red a la carcasa mediante los tornillos de Rosca-chapa
- 3) Atornillar el ventilador haciendo uso de los 4 tornillos Allen avellanados y las tuercas y arandelas correspondientes



SIGUIENTE

## 2

### Ensamblado del chasis 42HP

#### 2.7. Conectar el cableado al panel trasero

##### BOM

Panel trasero 42HP montado



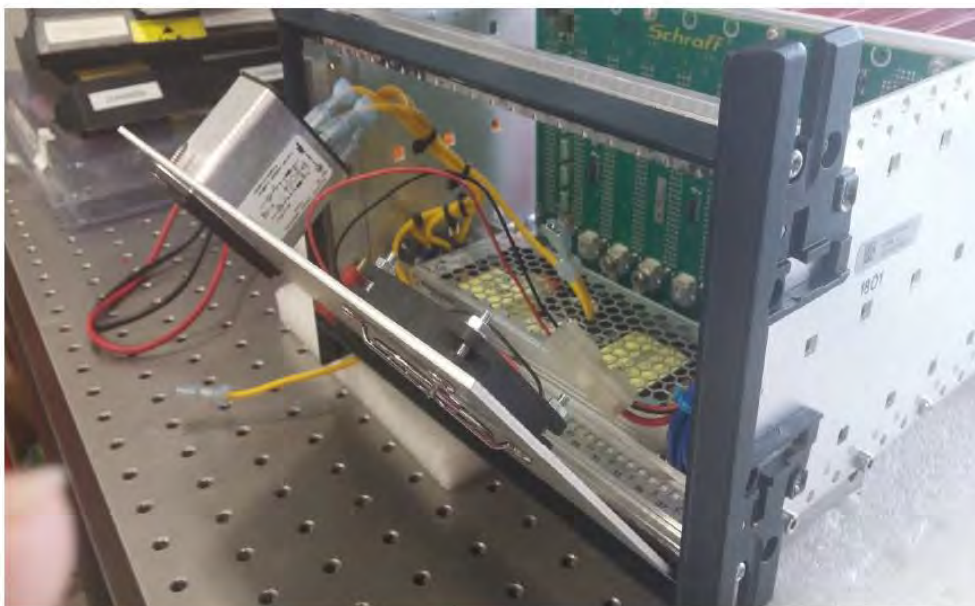
Chasis del paso 2.4

##### HERRAMIENTAS:

Multímetro



- 1) Colocar el panel sin atornillar sobre el chasis
- 2) Conectar el cableado en los terminales correspondientes
- 3) Comprobar mediante el multímetro la continuidad de los terminales correspondientes



SIGUIENTE

## 2

### Ensamblado del chasis 42HP

#### 2.8. Fijación del panel trasero al chasis

##### BOM

Panel trasero 42HP montado



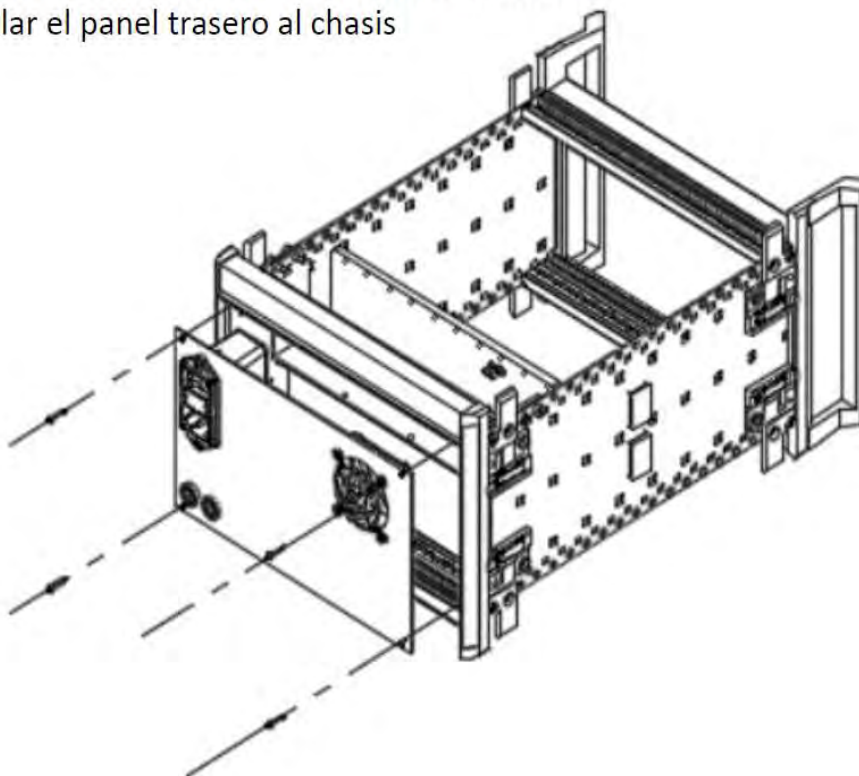
4 tornillos: 04/TAB\_ISO7380\_M2.5x12mm



##### HERRAMIENTAS

Carraca lateral con cabeza intercambiable  
Punta Allen #2.5

- 1) Acomodar el cableado conectado anteriormente
- 2) Atornillar el panel trasero al chasis



SIGUIENTE



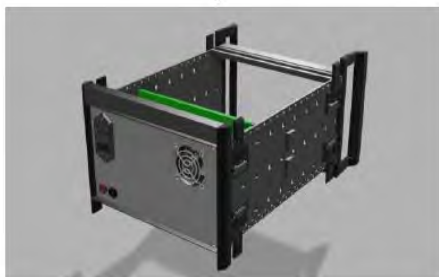
# 2

## Ensamblado del chasis 42HP

### 2.9. Conectar cableado de tierra al chasis

#### BOM

Chasis ensamblado en el paso anterior



Carcasas superior e inferior del chasis 42HP

#### HERRAMIENTAS

Carraca lateral con cabeza intercambiable

Punta Torx: CR-VT20



- 1) Conectar el cableado a la carcasa superior e inferior anteriormente desmontadas y ensamblarlas al chasis



SIGUIENTE

# 2

## Ensamblado del chasis 42HP

### 2.10. Testeo y montaje final

#### BOM

Chasis ensamblado en el paso anterior  
Pegatinas de garantía  
2 fusibles de 3A



Chapa frontal limitadora: **15/CF\_42HP**  
Tornillos de sujeción: **14/TT\_ISO10664**

- 1) Colocar los fusibles en el filtro de red
- 2) Testear que el dispositivo entrega 5V DC en los conectores frontales
- 3) Fijar chapa frontal para limitar los módulos conectables
- 4) Colocar pegatina de garantía en un tornillo de sujeción de la carcasa superior y una segunda en un tornillo de sujeción de la carcasa inferior
- 5) Colocar pegatina de garantía en un tornillos del panel trasero
- 6) Ensamblar carcasas laterales
- 7) Colocar placa limitante en los módulos frontales



Si el testeo no ha sido verificado  
debe repetir las operaciones de  
conexión del cableado

SIGUIENTE



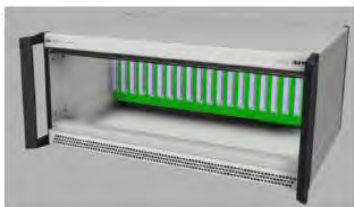
# 3

## Ensamblado del chasis 84HP

### 3.1. Desmontaje del chasis 84HP

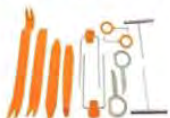
#### BOM

Chasis 84HP



#### HERRAMIENTAS

Cuñas de plástico tipo *Trim*

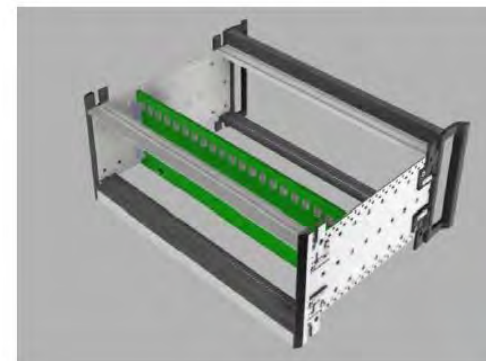
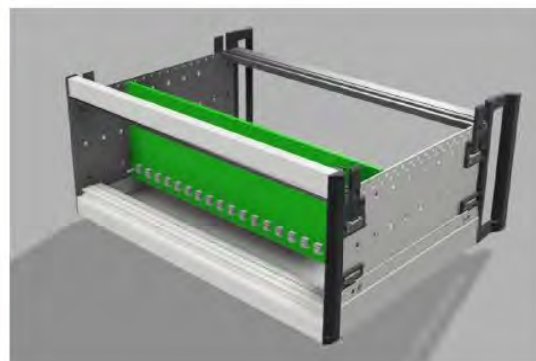


Carraca lateral con cabeza intercambial

Punta Torx: CR-VT20



- 1) Colocar el chasis sobre el banco de trabajo
- 2) Retirar las carcassas laterales sirviéndose de las cuñas de plástico
- 3) Desatornillar los 8 tornillos Torx de las carcassas superior e inferior y guardarlos en la gaveta **14**/TT\_ISO10664
- 4) Retirar la carcassas superior
- 5) Voltear
- 6) Retirar la carcassas inferior
- 7) Reservar estas piezas



SIGUIENTE

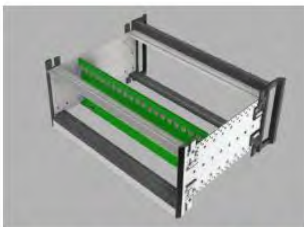
# 3

## Ensamblado del chasis 84HP

### 3.2. Conexión del cableado

#### BOM

Chasis 84HP desmontado



Cableado Chasis 84HP: 42/Cbl\_84HP

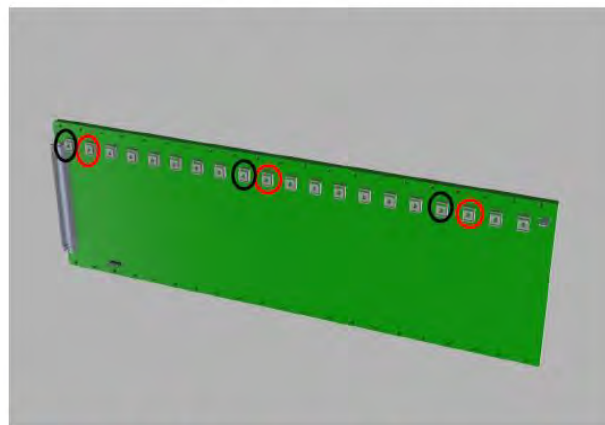


#### HERRAMIENTAS

Carraca lateral con cabeza intercambiable  
Punta Phillips #PH2



- 1) Continuar con el chasis volteado
- 2) Retirar tornillos correspondientes del Backplane y fijar el cableado



SIGUIENTE

# 3

## Ensamblado del chasis 84HP

### 3.3. Montaje soporte inferior

#### BOM

Chasis del paso anterior

Soporte inferior: **43/SP1\_84HP**



4 tornillos: **03/TAC\_DIN7984\_M4x8mm**



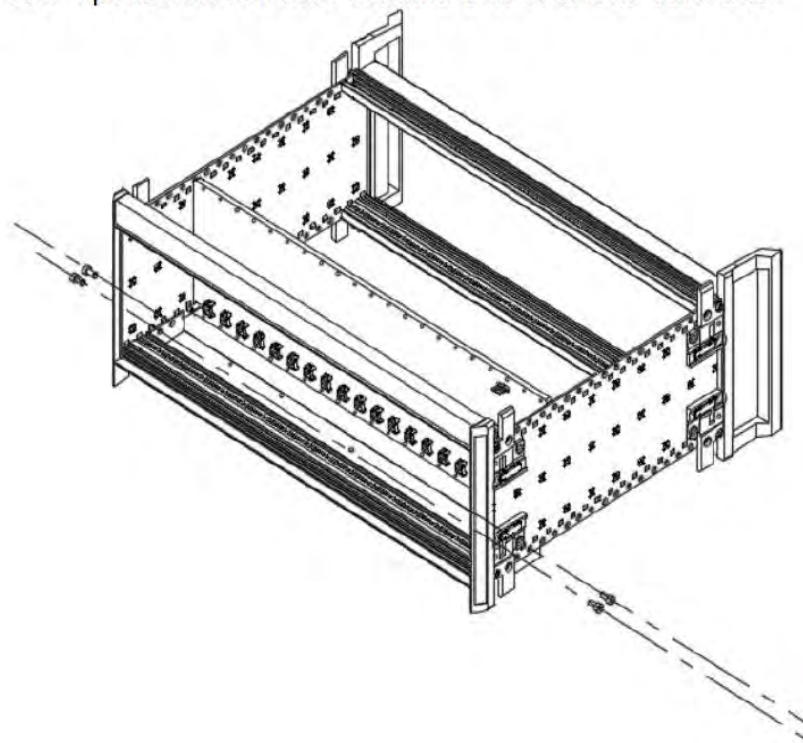
#### HERRAMIENTAS

Carraca lateral con cabeza intercambiable

Punta Allen #3



- 1) Acomodar los cables conectados anteriormente para que queden bajo el soporte
- 2) Fijar el soporte inferior al chasis mediante los cuatro tornillos Allen cilíndricos.  
Puede que esta operación sea mas sencilla con el chasis volteado



SIGUIENTE



# 3

## Ensamblado del chasis 84HP

### 3.4. Montaje de la fuente de alimentación

#### BOM

Chasis del paso anterior

RSP-500-5: 52/FA\_84HP



2 tornillos: 03/TAC\_DIN7984\_M4x8mm



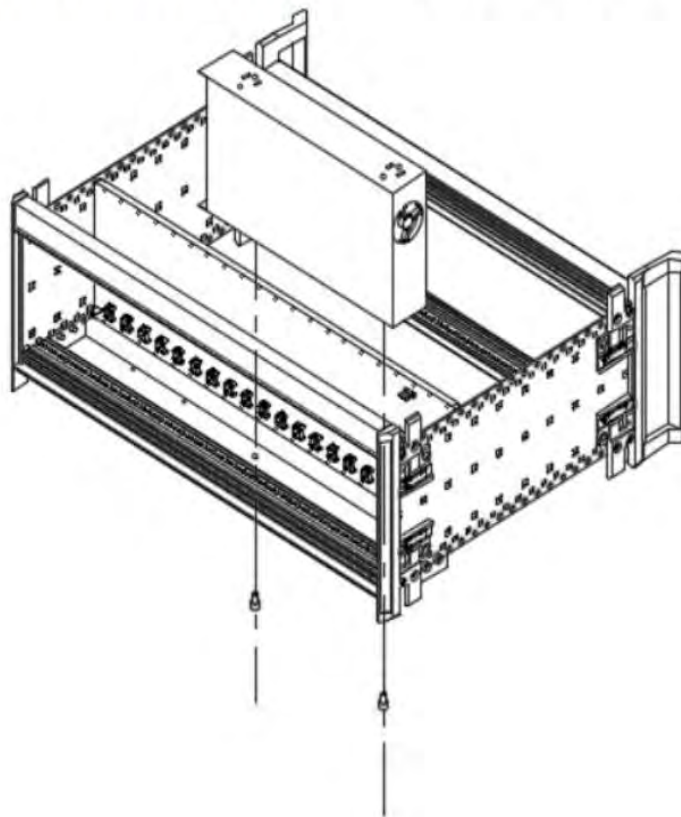
#### HERRAMIENTAS

Carraca lateral con cabeza intercambiable

Punta Allen #3



1) Fijar la fuente de alimentación al soporte inferior anteriormente ensamblado



SIGUIENTE

## 3

## Ensamblado del chasis 84HP

## 3.5. Conexión del cableado a la fuente de alimentación

**BOM**

Chasis del paso anterior

**HERRAMIENTAS**

Carraca lateral con cabeza intercambiable

Punta Phillips #PH2



- 1) Conectar el cableado a los terminales correspondientes de la fuente de alimentación.
- 2) Prestar atención a la serigrafía y colorido de los conectores.



SIGUIENTE

# 3

## Ensamblado del chasis 84HP

### 3.6. Montaje soporte superior

#### BOM

Chasis del paso anterior

Soporte superior: 43/SP2\_84HP



4 tornillos: 03/TAC\_DIN7984\_M4x8mm



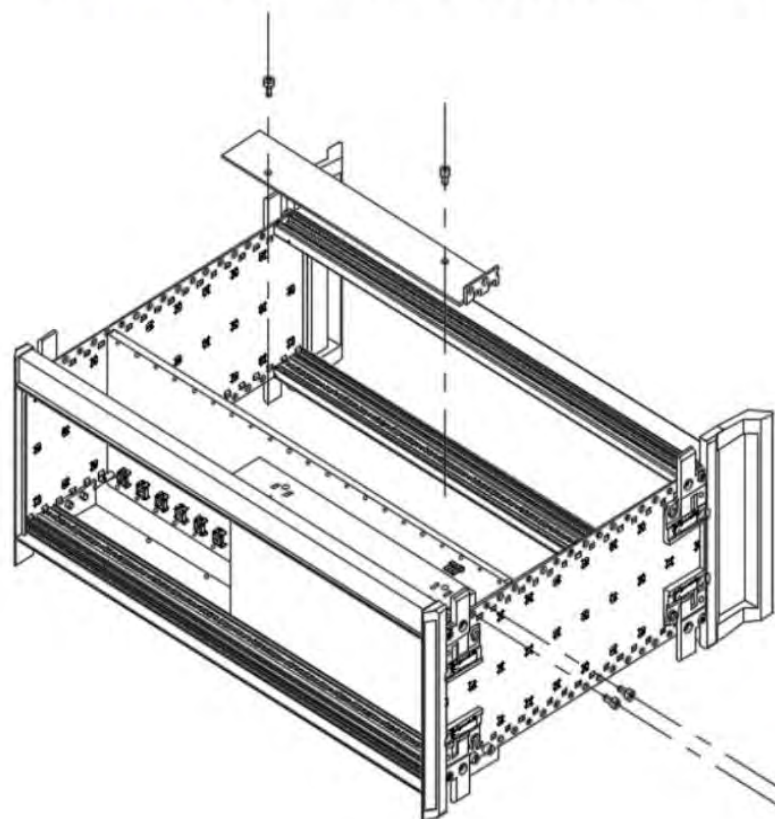
#### HERRAMIENTAS

Carraca lateral con cabeza intercambiable

Punta Allen #3



- 1) Fijar el soporte superior al chasis mediante los cuatro tornillos Allen cilíndricos.



SIGUIENTE



## 3

## Ensamblado del chasis 84HP

## 3.7. Conexión del ventilador

**BOM**

2 ventiladores: 30/V



4 Pines Hembra: 21/P\_H



2 Conector macho: 20/CA\_M

**HERRAMIENTAS**

Crimpadora y mordazas



- 1) Conectar pines hembra a los cables de los dos ventiladores
- 2) Introducir pines hembra en el conector aéreo tipo macho



SIGUIENTE



# 3

## Ensamblado del chasis 84HP

### 3.8. Ensamblaje del panel trasero del chasis

#### BOM

Panel trasero 84HP: **62/Ptr\_84HP**



2 tornillos: **00/TRC\_DIN7983\_M3.5x16mm**

8 tornillos: **01/TAA\_DIN7991\_M3x20mm**

8 arandelas: **10/Ar\_DIN9021\_M3**

8 tuercas: **12/Tu\_DIN934\_M3**



Conectores tipo Banana: **22/CB\_R** y **23/CB\_N**

Filtro de Red: **62/FR**



2 Ventiladores paso anterior

2 rejillas de protección: **31/FG**

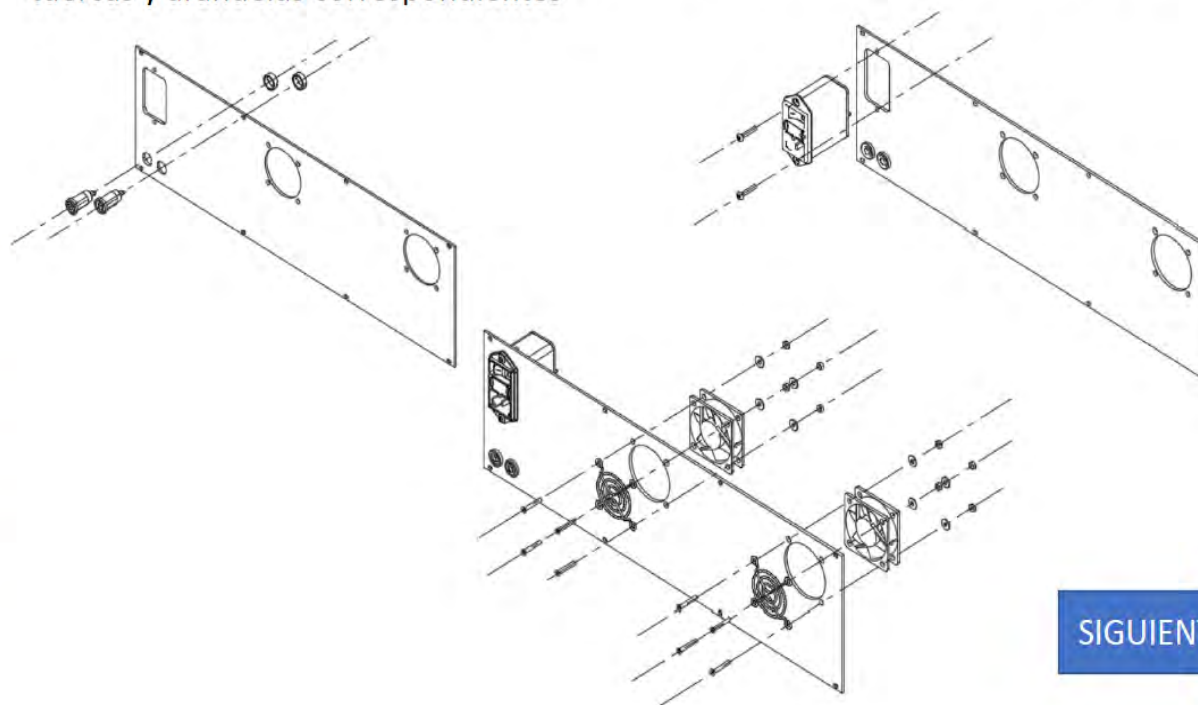
#### HERRAMIENTAS

Carraca lateral con cabeza intercambiable

Punta Allen #2.5

Punta Phillips #PH2

- 1) Fijar los conectores tipo Banana a panel trasero
- 2) Atornillar el filtro de red a la carcasa mediante los tornillos de Rosca-chapa
- 3) Atornillar los ventiladores haciendo uso de los 8 tornillos Allen avellanados y las tuercas y arandelas correspondientes



SIGUIENTE

# 3

## Ensamblado del chasis 84HP

### 3.9. Conectar el cableado al panel trasero

#### BOM

Panel trasero 84HP montado



Chasis del paso 3.6

#### HERRAMIENTAS:

Multímetro



- 1) Colocar el panel sin atornillar sobre el chasis
- 2) Conectar el cableado en los terminales correspondientes
- 3) Comprobar mediante el multímetro la continuidad de los terminales correspondientes



SIGUIENTE

## 3

## Ensamblado del chasis 84HP

## 3.10. Fijación del panel trasero al chasis

**BOM**

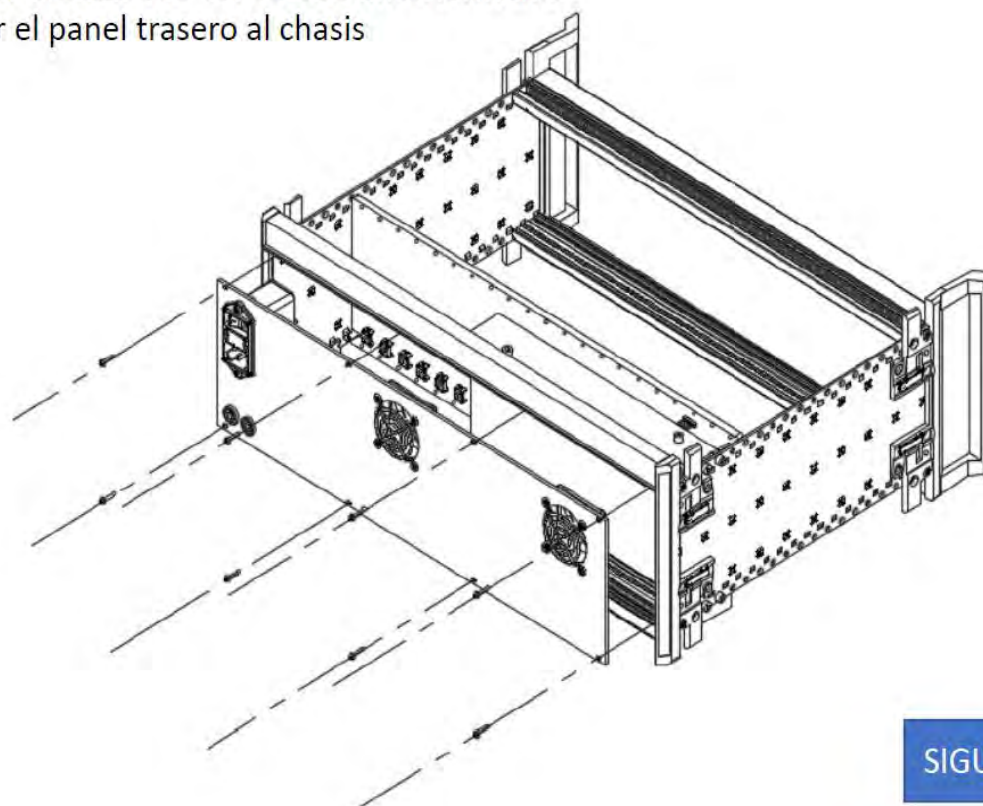
Panel trasero 84HP montado



8 tornillos: 04/TAB\_ISO7380\_M2.5x12mm

**HERRAMIENTAS**Carraca lateral con cabeza intercambiable  
Punta Allen #2.5

- 1) Acomodar el cableado conectado anteriormente
- 2) Atornillar el panel trasero al chasis



SIGUIENTE



## 3

## Ensamblado del chasis 84HP

## 3.11. Conectar cableado de tierra al chasis

**BOM**

Chasis ensamblado en el paso anterior



Carcasas superior e inferior del chasis 84HP

**HERRAMIENTAS**

Carraca lateral con cabeza intercambiable

Punta Torx: CR-VT20



- 1) Conectar el cableado a la carcasa superior e inferior anteriormente desmontadas y ensamblarlas al chasis



SIGUIENTE

## 3

## Ensamblado del chasis 84HP

## 3.12. Testeo y montaje final

**BOM**

Chasis ensamblado en el paso anterior

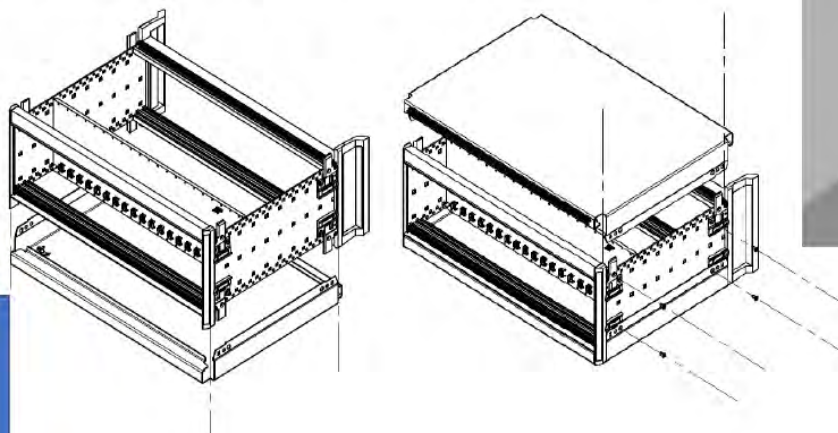
Pegatinas de garantía

2 fusibles de 6A



Tornillos de sujeción: 14/TT\_ISO10664

- 1) Colocar los fusibles en el filtro de red
- 2) Testear que el dispositivo entrega 5V DC en los conectores frontales
- 3) Colocar pegatina de garantía en un tornillo de sujeción de la carcasa superior y una segunda en un tornillo de sujeción de la carcasa inferior
- 4) Colocar pegatina de garantía en un tornillos del panel trasero
- 5) Ensamblar carcasas laterales
- 6) Colocar placa limitante en los módulos frontales



Si el testeo no ha sido verificado  
debe repetir las operaciones de  
conexión del cableado

SIGUIENTE



De este capítulo es preciso concretar que tal como se propuso en el diseño del sistema de producción, es importante la enumeración que se ha realizado de los materiales y elementos que entran a formar parte del ensamblado para potenciar la organización y estandarización del proceso. Por ello se ha diseñado una célula de ensamblaje eficiente, con fácil acceso a los elementos necesarios. A su vez, el manual elaborado es sencillo e ilustrativo, pretendiendo llevarlo a una plataforma digital como podría ser una Tablet con la que el operario pudiese seguir los pasos para conformar el producto.



## 5. Marco regulador

### 5.1. Normativa

- Mercado CE. Si el sistema se vende como componente o subsistema no es estrictamente necesario, pero sí lo es si se vende como sistema independiente. *Luz Wavelabs* se encuentra finalizando la certificación CE del sistema.
  - Baja tensión (LVD): normativa con entrada en vigor el 20 de abril de 2014. El ámbito de aplicación de la directiva es en relación al material eléctrico destinado a utilizarse con una tensión nominal comprendida entre los 50-1000 V de alterna y entre los 75-1500V de continua. El producto está incluido en los rangos de alterna y la versión superior del producto trabaja dentro del rango de continua especificado. Cabe precisar que en referencia al *Anexo II: MATERIAL Y FENÓMENOS EXCLUIDOS DEL ÁMBITO DE APLICACIÓN DE LA PRESENTE DIRECTIVA*, cabe la posibilidad de que el producto quede exento a cumplir la normativa en función del cliente final.
  - Compatibilidad electromagnética (EMC): normativa con entrada en vigor el 20 de abril de 2014. Esta directiva es aplicada a todos los equipos con instalación fija, funcionando como unidad funcional única destinada a un usuario final y que pueda generar perturbaciones electromagnéticas o cuyo funcionamiento pueda verse afectado por estas perturbaciones. La excepción que podría encontrarse para el producto es su comercialización por encargo, destinada a usuarios profesionales en instalaciones de investigación. El sistema está apantallado y el diseño de las PCBs se ha cuidado para evitar cualquier problema relacionado con EMI y EMC. Los subsistemas, como las fuentes de alimentación, que serían lo más problemáticos de cara a radiación y vertido de interferencias a la red, tienen marcado CE y se han apantallado.
  - Restricción uso de sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrodomésticos (ROHS): normativa con entrada en vigor el 21 de julio de 2011. Debido a que el producto se considera <<aparato eléctrico y electrónico>> es necesario que se adhiera a dicha normativa si su diseño conlleva la vigilancia o el control en entornos industriales o profesionales. La mayoría de los componentes y fabricantes de PCB emplean por defecto directriz ROHS, por lo que a efectos prácticos su cumplimiento no supone un gran problema.
- Certificación ISO 9001:2015

Aportará reconocimiento al sistema de gestión de la calidad. La peculiaridad de esta normativa centrada en procesos y satisfacción del cliente hace que sea sencillamente aplicable a diferentes rangos del sector productivo, siendo útil tanto para fabricantes como para proveedores. Esta normativa ayudara a la compañía a adquirir la infraestructura, mejorar los procedimientos y procesos y aprovechar al máximo los recursos disponibles. Así, se consigue mejorar el rendimiento y la eficiencia, gracias a un mejor control y un aumento de la calidad del producto en relación al cliente.

Las características clave que la normativa ISO 9001 aporta son: compromiso de los accionistas, reputación de la compañía, satisfacción del cliente y ventaja competitiva.

*Luz Wavelabs* tiene previsto implantar la certificación ISO 9001:2015 durante el año que viene, aunque muchos de sus procesos ya siguen las directrices de la normativa ISO9001.

- Normativa de riesgos laborales

La documentación sobre la normativa de riesgos laborales pretende garantizar que todos los trabajadores de la empresa reciben la información adecuada y suficiente para el desarrollo de su actividad en condiciones de seguridad y salud según el artículo 18 ley 31/95.

La normativa alcanza a todos los puestos de trabajo de la empresa con información referida a:

- Riesgos para la seguridad y la salud
- Medidas y actividades de protección y prevención
- Protocolo en posibles situaciones de emergencia y en materia de primeros auxilios
- Responsabilidades y funciones de los trabajadores en materia preventiva

Es responsabilidad de la empresa facilitar la documentación de riesgos laborales a un nuevo empleado o a un empleado que ha cambiado de puesto de trabajo. A su vez, la información será complementada con los manuales de los equipos de trabajo, fichas de seguridad de productos químicos e instrucciones de trabajo específicas. Destacar que debe quedar registrado cada una de las entregas que la empresa le hace al empleado.

Destacar que la información referente a la normativa de riesgos laborales debe revisarse y actualizarse periódicamente.

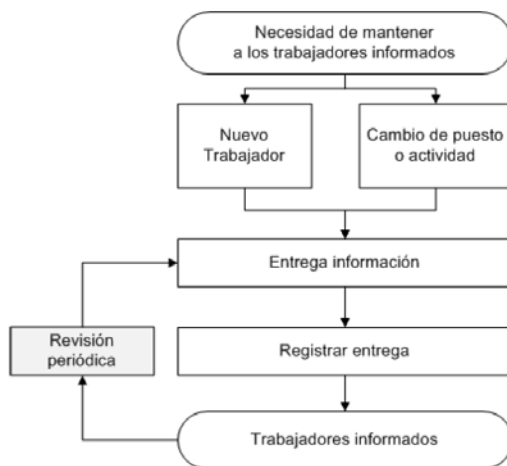


Figura 43. Protocolo para la documentación de riesgos laborales

Por tanto, será un ingeniero de producción el encargado de realizar el proceso de producción diseñado en este documento, por lo que se debe de proporcionar una ficha específica en relación a este puesto y categoría:

### REGISTRO DE ENTREGA DE INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES DE SU PUESTO

NOMBRE TRABAJADOR	
PUESTO DE TRABAJO	Ingeniero

Tal y como indica la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y, en cumplimiento de su artículo 18, hacemos entrega, al trabajador arriba mencionado de la siguiente información; además ponemos en su conocimiento que tiene a su disposición el plan de prevención de riesgos laborales

Información entregada

Elementos para el puesto	Normas de actuación
<b>Actividades</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desplazamientos in itinere</li> <li>- Tareas en oficinas</li> <li>- Utilización de PVD</li> <li>- Utilización de equipos láser</li> </ul>	
<b>Secciones</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Oficina</li> <li>- Laboratorio</li> </ul>	
<b>Instalaciones</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inst. de Protección contra Incendios. Alumbrado de Emergencia.</li> <li>- Instalación Eléctrica de Baja Tensión</li> <li>- Instalación de Protección contra Incendios. Extintores.</li> <li>- Señalización de evacuación</li> </ul>	
<b>Equipos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipos láser infrarrojos, generadores de radiofrecuencia, ondas milimétricas, componentes y detectores de fibra óptica, amplificadores ópticos, analizadores de espectro óptico y eléctrico</li> <li>- Fresadora manual PROXXON</li> <li>- Herramientas manuales y eléctricas</li> <li>- Lijadora manual DEXMEL</li> <li>- Soldadura de estaño</li> </ul>	
<b>Fecha de la entrega</b>	
<b>Firma</b>	

Figura 44. Ficha de riesgos laborales para un Ingeniero

A su vez, se deben establecer las pautas para la elección, uso y mantenimiento de los equipos de protección individual (EPI) indicados en la evaluación de riesgos laborales para cada puesto de trabajo. Los EPI deben proporcionarse siempre que existan riesgos que no haya podido evitarse o limitarse suficiente por medios técnicos, por protección colectiva u por organización del trabajo.

Por tanto, para el puesto de ingeniero requerido encontraremos la siguiente ficha correspondiente:

PUESTO	Ingeniero
EPI	Area sección / Tarea / Equipo / instalación que lo requieren
Calzado de seguridad	Utilización de equipos láser
Calzado especial para contactos eléctricos	Equipos laser infrarrojos, generadores de radiofrecuencia, ondas milimétricas, componentes y detectores de fibra óptica, amplificadores ópticos, analizadores de espectro óptico y eléctrico
Gafas de protección contra riesgos mecánicos y proyecciones	Fresadora manual PROXXON Soldadura de estaño Lijadora manual DEXMEL Utilización de equipos láser
Guantes contra las agresiones de origen térmico	Soldadura de estaño
Guantes contra las agresiones mecánicas	Utilización de equipos láser
Mascarilla autofiltrante para partículas	Soldadura de estaño
Mascarilla con filtros para gases, vapores y partículas	Utilización de equipos láser
Otros que puedan ser necesarios, conforme a lo establecido en el manual de instrucciones del fabricante	Utilización de equipos láser
Pantalla facial contra riesgos mecánicos y proyecciones	Utilización de equipos láser
Protectores auditivos adecuados al nivel de ruido (orejeras, tapones)	Utilización de equipos láser

Figura 45. Ficha de EPIs para un Ingeniero

## 6. Entorno socio-económico

### 6.1. Presupuestos

En este apartado se recoge el presupuesto general del proyecto. El resultado es la suma de los costes directos de materiales utilizados y recursos humanos implicados. Así como de los costes indirectos y el IVA pertinente.

Para calcular el coste de los recursos materiales se ha tenido en cuenta su amortización temporal mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Amortización} = \frac{\text{Tiempo uso} \cdot \text{Precio}}{\text{Tiempo de amortización}}$$

	Concepto	Unidades	Coste unitario	Tiempo de uso	Tiempo de amortización	Coste total
Amortización de activos	Asus Gaming ROG GL553VD-FY025T	1	1130,00€	47 días <sup>7</sup>	4 años	36,37 €
	Autodesk Fusion 360	1	0 <sup>8</sup> €	47 días	4 años	0 €
<b>TOTAL</b>						36,37 €
Costes Directos			Concepto	Unidades	Coste total	
	Materiales		Materiales fungibles <sup>9</sup>	-	200,00 €	
			Carro de transporte serie UNIMOD	1	523,21 €	
			Banco de trabajo serie UNIMOD	1	967,93 €	
		Concepto	Coste/ Hora <sup>10</sup>	Horas <sup>11</sup>	Coste total	
	Coste de personal	Director de TFG	30,30 €/h	40 h	1212,00 €	
		Profesor titular visitante	32,1 €/h	20 h	642 €	
		Becario	3,75 €/h	328 h	1230,00 €	
	Total costes directos					4775,14 €
	Costes indirectos <sup>12</sup>					955,03 €
<b>TOTAL<sup>13</sup></b>			5766,54 €			

Tabla 7. Presupuesto

<sup>7</sup> Los días representan la media jornada de trabajo realizada en la compañía Luz Wavelabs.

<sup>8</sup> El coste unitario de este producto es cero ya que la licencia completa del software es gratuita para empresas que facturen menos de 1MUSD y para educación y particulares.

<sup>9</sup> Referencia a los diversos materiales proporcionados por la compañía para la realización del proyecto. Estos materiales tienen un periodo de amortización no evaluable y el coste total supone una estimación.

<sup>10</sup> Costes estimados.

<sup>11</sup> Se han contabilizado las horas en los cuatro meses de trabajo en empresa.

<sup>12</sup> Supone el 20% de los costes directos.

<sup>13</sup> No se ha considerado el IVA puesto que la empresa se lo desgravará, pero se podría considerar un IVA del 21%. **TOTAL = Amortización de activos + Costes directos + Costes indirectos**



## 6.2. Beneficios generados mediante el nuevo sistema de producción

Para este capítulo, se ha tenido en cuenta el tiempo empleado en el montaje de las diferentes versiones del dispositivo evaluado en el presente proyecto, con la configuración inicial y la configuración optimizada.

Antes de nada, se ha de precisar que el coste por hora cuantificado ha sido de 8.7 €, siendo esta cantidad una estimación.

A su vez, se ha de precisar las mejoras de cada chasis:

1. Chasis 28HP: se ha reducido el tiempo de ensamblado de 45 minutos a media hora.
2. Chasis 42HP: se ha reducido el tiempo de ensamblado de 105 minutos a 50 minutos.
3. Chasis 84 HP: se ha reducido el tiempo de ensamblado de 75 minutos a 50 minutos.

Estos tiempos han sido tomados personalmente para el sistema inicial existente de ensamblado, el cual no resultaba sencillo debido a las características de diferentes piezas que no resultaban fáciles de acoplar al chasis. Después, con la optimización se ha procedido a ensamblar de nuevo cada modelo, verificando el tiempo transcurrido.

No obstante, el modelo mejorado presenta unos costes fijos por valor de 4015.57 € en relación al resultado del presupuesto estimado para la consecución del presente proyecto y la implantación del nuevo modelo de fabricación.

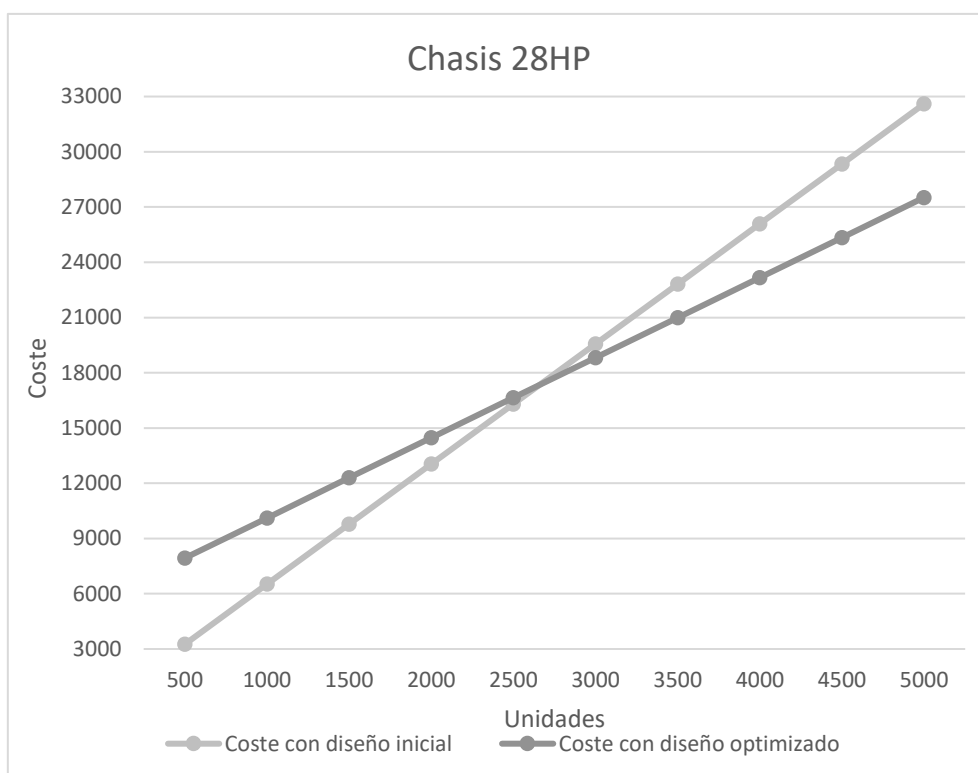


Figura 46. Beneficios generados en el chasis 28HP

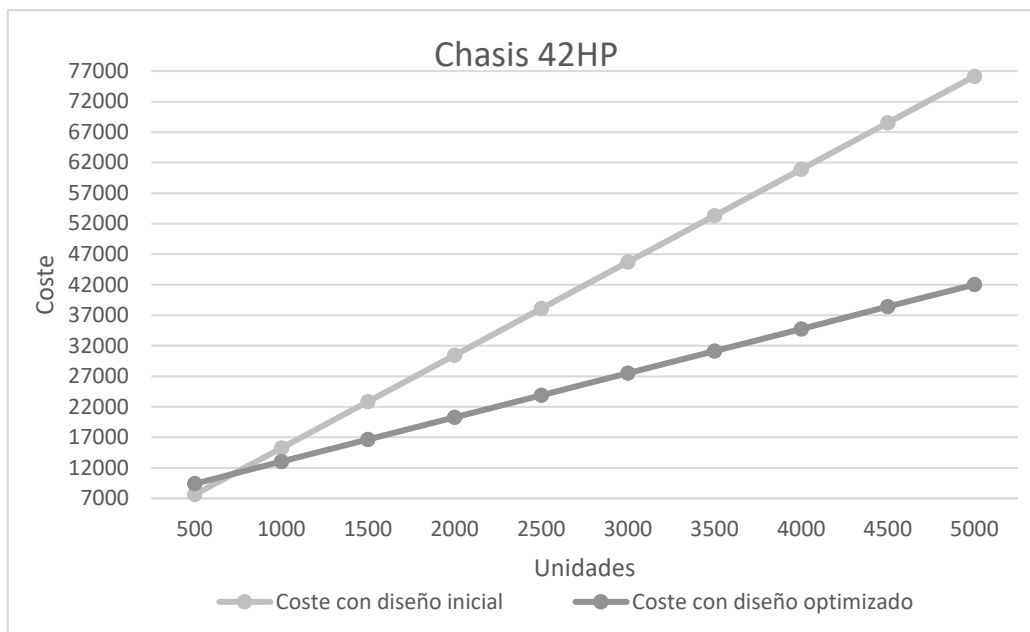


Figura 47. Beneficios generados en el chasis 42HP

Como se puede observar, la versión intermedia es la que ha experimentado una mayor rentabilidad con la implantación del nuevo sistema. Esto se debe al diseño personalizado de los componentes como los soportes de la fuente de alimentación y el cableado ya que anteriormente su montaje era extremadamente laborioso con la necesidad de tuercas, arandelas y con un espacio mínimo de operabilidad. Al mismo tiempo, la externalización de ciertos procesos como lo es la fabricación del cableado, supone una reducción de tiempo y coste.

A partir del cruce de ambas líneas de costes, se deduce que la diferencia entre ambas son los beneficios que la empresa experimentará tras la puesta en marcha del nuevo modelo de gestión y de la implantación del proceso de ensamblaje diseñado.

Es muy importante implantar el sistema diseñado lo antes posible ya que, si la producción aumentase con el sistema inicial de producción, se perdería tiempo y se necesitaría mucho más espacio de almacenaje que conllevaría desorden y muy seguramente un mayor número de fallos de montaje. Todo esto es difícil de cuantificar y por ello no se incluye en las gráficas.

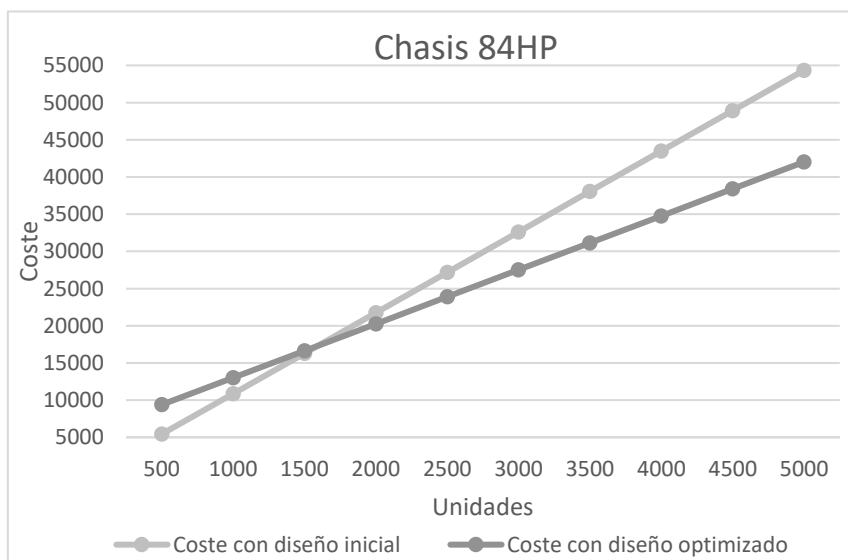


Figura 48. Beneficios generados en el chasis 84HP

## 7. Resultados y conclusiones

Se expondrán los resultados orientados a las dos partes diferenciadas del proyecto y finalmente se dará una conclusión personal sobre el proyecto realizado.

### 1. Modelos de gestión e implantación de un sistema de gestión a medida para la compañía

En primer lugar, se ha realizado un profundo estudio de los diferentes modelos de gestión que se han puesto en práctica en el ámbito industrial a lo largo de la historia. Tras documentar esta información detallada se ha ideado un sistema que consiga aunar lo mejor de los sistemas de producción estudiados con la intención de conseguir un sistema a medida para una compañía joven, en pleno crecimiento, con productos de electrónica de altas prestaciones y sus características particulares.

Algunos de los aspectos estudiados no han resultado útiles para el caso en específico dadas las características propias del proyecto. No obstante, se ha diseñado un sistema personalizado basado en tres premisas comunes a los sistemas estudiados:

- Revisión continua → Calidad, importante en un producto fotónico de altas prestaciones
- Flexibilidad → Escalabilidad y adaptación del producto a las demandas del mercado
- Producción ajustada → Crear valor añadido al cliente, productos personales

Por tanto, se debe concluir que en este punto el documento base realizado para la organización de la producción en la compañía *Luz Wavelabs* ha sido adecuado de forma teórica, teniendo en cuenta todas las peculiaridades del caso. Cabe esperar a la implantación parcial o total de las medidas para constatar definitivamente si el diseño ha sido el adecuado.

### 2. Diseño de la producción del producto: Modular Intrumentation Platform Photonics & Physics

De forma cronológica se comenzó por un estudio del montaje del dispositivo con el proceso original. Aquí, se anotaron los aspectos que era preciso que se mejorasen. Se realizaron diversas pruebas con todas las mejoras ideadas, concluyendo que no todas las medidas teóricas de mejora sobre el producto eran físicamente realizables.

Tras esto, hubo un proceso de diseño y optimización de los aspectos que se comprobaron que si eran mejorables. Se ha comprobado cómo tras el diseño realizado en diferentes componentes del producto, como son los soportes para las fuentes de alimentación y el cableado, han conseguido mejorar la producción, reduciendo los tiempos e incrementando la sencillez de las operaciones. Así mismo, todo ello ha reducido los problemas finales y aumentado la calidad final del producto.

Finalmente, se ha diseñado y documentado de forma específica el proceso de producción del producto: Modular Intrumentation Platform Photonics & Physics, incluyendo el propio puesto de trabajo, metodología y manual visual de producción. Así como la puesta en valor de las medidas implementadas, demostrando los beneficios que la implantación del sistema generaría.

Como conclusión, he de decir que estoy plenamente satisfecho con el trabajo realizado y la experiencia que esto me ha aportado. Las soluciones planteadas para los dos puntos del proyecto me parecen las más adecuadas. Por un lado, he profundizado en aspectos de gestión y que el hecho de realizar el proyecto final de grado en empresa me ha permitido conocer aspectos importantes que de forma teórica pasarían por alto, pequeños detalles. A su vez, la influencia de profesionales con experiencia me ha brindado la oportunidad de conocer el día a día y adquirir un conocimiento más amplio en todos los aspectos del diseño electrónico e industrial, involucrándome en todos los procesos y haciéndome ver que no siempre la solución teórica es la más apropiada para un caso específico como el dispositivo desarrollado.

## 8. Bibliografía

- [1] Chase, R., Jacobs, F., Aquilano, N., Matus, R., Montúfar., Muñoz, H., Sacristán, P. & ndez, M. (2009). *Administración de operaciones: producción y cadena de suministros*. México: McGraw-Hill.
- [2] Goldratt, E. & Cox, J. (2005). *La meta: un proceso de mejora continua*. Madrid: Díaz de Santos.
- [3] Torres Moncayo, Jesús. (2009). *Lean production: como llegar a ser lean sin mucho esfuerzo*. Toluca (México): ITESM.
- [4] Chase, R., Jacobs, F., & Aquilano, N. (2009). *Administración de operaciones: producción y cadena de suministros*. México: McGraw-Hill.
- [5] Asignatura: Organización industrial. Universidad Carlos III. 4º curso. Apuntes de la asignatura Organización industrial de cuarto curso.
- [6] Asignatura: Organización industrial. Universidad Carlos III. 4º curso. Resumen del libro La Meta: teoría de las limitaciones. (Anexo tema 3).
- [7] Gutiérrez Pulido, H.; De la Vara Salazar, R. *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*. México: Mc Graw Hill.
- [8] Escalante Vázquez, E. *Seis - Sigma Metodología y técnicas*. México: Limusa.
- [9] GestioPolis.com Experto. (2001, abril 2). *¿Qué es Seis Sigma? Metodología e implementación*. <https://www.gestiopolis.com/que-es-seis-sigma-metodologia-e-implementacion/> [Accessed 24 Mar. 2017].
- [10] Ponz Tienda, J., Cerveró Romero, F. and Almudéver Marí, C. (2012). *Implementación de la filosofía SIX SIGMA en la construcción*. Universidad Politécnica de Valencia. [https://www.researchgate.net/publication/262262492\\_IMPLEMENTACION\\_DE\\_LA\\_FILOSOFIA\\_SIX\\_SIGMA\\_EN\\_LA\\_CONSTRUCCION](https://www.researchgate.net/publication/262262492_IMPLEMENTACION_DE_LA_FILOSOFIA_SIX_SIGMA_EN_LA_CONSTRUCCION) [Accessed 24 Mar. 2017].
- [11] Deming, W. and Medina, J. (2008). *Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis*. 1st ed. España: Ediciones Díaz de Santos.
- [12] Jimeno Bernal, J. (2014). *Ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar): El círculo de Deming de mejora continua*. [Blog] pdcahom. Available at: <http://www.pdcahome.com/5202/ciclo-pdca/> [Accessed 25 Mar. 2017].
- [13] Rodríguez Martínez, A., Pineda Mora, J. and Sánchez Orduña, R. (2002). *Sistemas de planificación de recursos empresariales: un caso real*. 1st ed. [ebook] Monterrey. Available at: <https://www.ineel.mx//bolDPATY02/apli.pdf> [Accessed 28 Mar. 2017].
- [14] Chiesa, F. (2017). *Metodología para selección de sistemas ERP*. 1st ed. [ebook] Buenos Aires, Argentina, pp.1 a 20. Available at: <http://www.ucla.edu.ve/dac/departamentos/informatica-II/metodologia-para-seleccion-de-sistemas-erp.PDF> [Accessed 28 Mar. 2017].

- [15] Eblanaphotonics.com. (2017). Welcome to Eblana Photonics | Laser Diodes for Sensing, Metrology & Communications. [online] Available at: <http://www.eblanaphotonics.com/index.php> [Accessed 23 May 2017].
- [16] ieeexplore.ieee.org. (2017). [online] Available at: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6517547/> [Accessed 23 May 2017].
- [17] Vescent Photonics. (2017). Vescent Photonics - Vescent Photonics. [online] Available at: <http://www.vescent.com/> [Accessed 31 May 2017].
- [18] Jeppix 2017. (2017). Roadmaps. [online] Available at: <http://www.jeppix.eu/vision> [Accessed 31 May 2017].
- [19] Mercado-ce.com. (2017). Guía Interactiva para evaluar las Directivas de Mercado CE aplicables a un producto. [online] Available at: <http://www.mercado-ce.com/guia-interactiva-evaluar-directivas-mercado-ce-aplicables-producto.php> [Accessed 4 May 2017].
- [20] Mercado-ce.com. (2017). Restricción uso de sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrodomésticos (ROHS)- D.C. 2011/65/EU. Mercado CE - Directivas europeas de nuevo enfoque. [online] Available at: <http://www.mercado-ce.com/directivas-europeas-de-nuevo-enfoque/restriccion-uso-de-sustancias-peligrosas-en-aparatos-electricos-electrodomesticos.html> [Accessed 4 May 2017].
- [21] Mercado-ce.com. (2017). Compatibilidad Electromagnética (EMC) - DC 2014/30/UE. Mercado CE - Directivas europeas de nuevo enfoque. [online] Available at: <http://www.mercado-ce.com/directivas-europeas-de-nuevo-enfoque/compatibilidad-electromagnetica-emc.html> [Accessed 4 May 2017].
- [22] Mercado-ce.com. (2017). Baja tensión (LVD). Mercado CE - DC 2014/35/UE - Directivas europeas de nuevo enfoque. [online] Available at: <http://www.mercado-ce.com/directivas-europeas-de-nuevo-enfoque/baja-tension.html> [Accessed 4 May 2017].
- [23] further, T., Day, G., standard, O. and published, G. (2017). Home. [online] Iso.org. Available at: <https://www.iso.org/home.html> [Accessed 8 May 2017].
- [24] Aenor.es. (2017). AENOR - Certificación de sistemas de gestión de la calidad ISO 9001. [online] Available at: [http://www.aenor.es/aenor/certificacion/calidad/calidad\\_9001.asp#.WSv0V2jyhPY](http://www.aenor.es/aenor/certificacion/calidad/calidad_9001.asp#.WSv0V2jyhPY) [Accessed 8 May 2017].
- [25] Meyers, F., Stephens, M. and Enríquez Brito, J. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. 3rd ed. México: Pearson Educación.
- [26] Moreno, R. (2017). ¿Cómo hacer el cálculo de la sección de los cables en una instalación eléctrica?. [online] Energias-renovables-y-limpias.blogspot.com.es. Available at: <http://energias-renovables-y-limpias.blogspot.com.es/2012/09/calculo-seccion-cables-instalacion-electrica.html> [Accessed 13 May 2017].
- [27] Industria.yoreparo.com. (2017). Formula para sacar calibre de alambre esmaltado? Apartir de - Motores y Bobinados - YoReparo. [online] Available at: <http://industria.yoreparo.com/bobinados/formula-para-sacar-calibre-de-alambre-esmaltado-apartir-de-t1306172.html> [Accessed 26 Abr. 2017].



- [28] Timonesrl.com. (2017). Scatole americane a doppia onda. [online] Available at: [http://www.timonesrl.com/dettaglio\\_prodotto.php?pid=12&prodname=lastre-di-polietilene-espanso-foam](http://www.timonesrl.com/dettaglio_prodotto.php?pid=12&prodname=lastre-di-polietilene-espanso-foam) [Accessed 20 Abr. 2017].
- [29] Nishitaindustries.com. (2017). Quality in Shaft Manufacturing | Nishita Industries. [online] Available at: <http://nishitaindustries.com/quality-shaft-manufacturing.html> [Accessed 8 Feb. 2017].
- [30] Dmaictools.com. (2017). Process Sigma — DMAIC Tools. [online] Available at: <https://www.dmaictools.com/what-is-six-sigma/sigma-level> [Accessed 17 Feb. 2017].
- [31] Mouser.com (2017). [online] Available at: <http://www.mouser.es/>
- [32] Es.farnell.com (2017). [online] Available at: [http://es.farnell.com/?\\_ga=2.2204152.938820880.1497130225-1593736790.1496672300](http://es.farnell.com/?_ga=2.2204152.938820880.1497130225-1593736790.1496672300)
- [33] Rationalstock.es (2017). [online] Available at: <https://www.rationalstock.es/?gclid=CLLsrfKctNQCFRSeGwod6PQBpA>
- [34] Tracepartsonline.net (2017). [online] Available at: [https://www.tracepartsonline.net/\(S\(v05vnztmrxwsecnpx5sqep0m\)\)/content.aspx?CIsID=/F\\_ASSMANN/ASSMANN.010/ASSMANN.010.130/&tp=2&st=0&Lang=es&Class=ASSMANN&fwsid=GLOBALV3&ttl=DIN+416122](https://www.tracepartsonline.net/(S(v05vnztmrxwsecnpx5sqep0m))/content.aspx?CIsID=/F_ASSMANN/ASSMANN.010/ASSMANN.010.130/&tp=2&st=0&Lang=es&Class=ASSMANN&fwsid=GLOBALV3&ttl=DIN+416122)
- [35] Dissetodiseo.com (2017). [online] Available at: <http://www.dissetodiseo.com/bancos-de-trabajo-configuracion-a-medida/> [Accessed 26 Abr. 2017].
- [36] Frappe.github.io (2017). [online] Available at: <http://frappe.github.io/erpnext/user/manual/en/> [Accessed 6 Abr. 2017].

## Anexo

### Chasis

# chassis/**xxHP** series

VME J1 chassis for modular electronics & photonics



chassis/**28HP**  
chassis/**42HP**  
chassis/**84HP**



## \_PRODUCT OVERVIEW

chassis/xxHP is a chassis with VME J1 backplane and power supply included.

VME is a widely used standard, specially suited for applications needing a high number of cards and frequency bandwidths below 100 MHz. Another advantage of VME standard is its cost-effectiveness.

It features 4U height. It accepts 3U cards (160mm depth) and has 0.5U space below and above the cards for optimum cooling and secondary connection space.

It is offered in three widths: 28HP, 42HP and 84HP.

If forced convection system is needed, an optional 0.5U multi axial fan system is offered, fitting the chassis space above the cards.

The chassis backplane includes 5V power supply in the rear space. Power input is supplied by an AC input (85-265VAC) in the rear panel.

chassis/xxHP are the base platform for Luz Wavelabs Electronics and Photonics modules. These include our powerful system-on-module SOM/E and the LDC/E series for current and temperature control of high performance laser diodes.

## \_MAIN FEATURES

chassis/xxHP

4U height:

3U 160mm depth cards  
0.5U top and bottom for  
cooling and connections

28HP, 42HP and 84 HP versions

Power supply included

Optional 0.5U air convection system

## \_APPLICATIONS

Base platform for Luz Wavelabs Electronics and Photonics modules:

SOM/E

LDC/E

Custom VME J1 system applications

chassis/xxHP series

01

# chassis/28HP



Card module not included

## PRODUCT SPECIFICATIONS

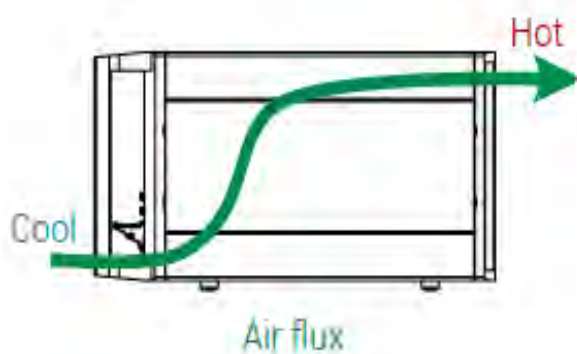
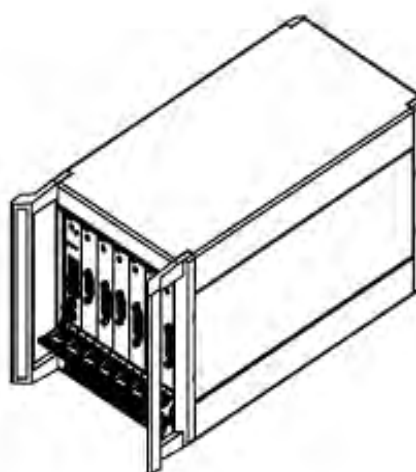
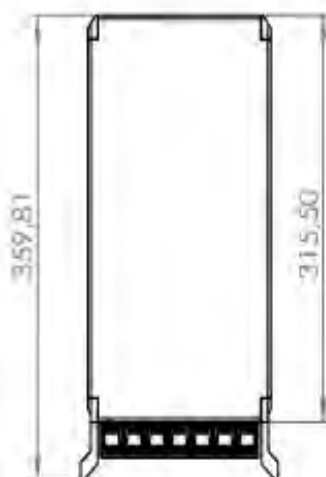
Height	4U (177 mm) 3U 160mm depth cards 0.5U above and 0.5U below cards for optimum cooling and secondary connections
Width	28HP (177.62 mm)
Depth	315.5 mm
Weight	TBD
Power supply	AC input (85-265VAC) in rear panel Backplane supply 105W (5V, 21 A)
Convection	Optimum air flux system. Passive (standard) Forced air convection (optional) 0.5U multi axial fans tray
Others	Ruggedized front handles. 19" handles or adapter available on request

chassis/28HP

02

luzwavelabs | THz & Photonics

## MECHANICAL DRAWING



chassis/28HP

luzwavelabs | 112 & Photonic

03

# chassis/42HP



Card modules not included

## PRODUCT SPECIFICATIONS

Height	4U (177 mm) 3U 160mm depth cards 0.5U above and 0.5U below cards for optimum cooling and secondary connections
Width	42HP (248.74 mm)
Depth	315.5 mm
Weight	TBD
Power supply	AC input (85-265VAC) in rear panel Backplane supply: 240W (5V, 45 A)
Convection	Optimum air flux system Passive (standard) Forced air convection (optional), 0.5U multi axial fans tray
Others	Ruggedized front handles, 19" handles or adapter available on request

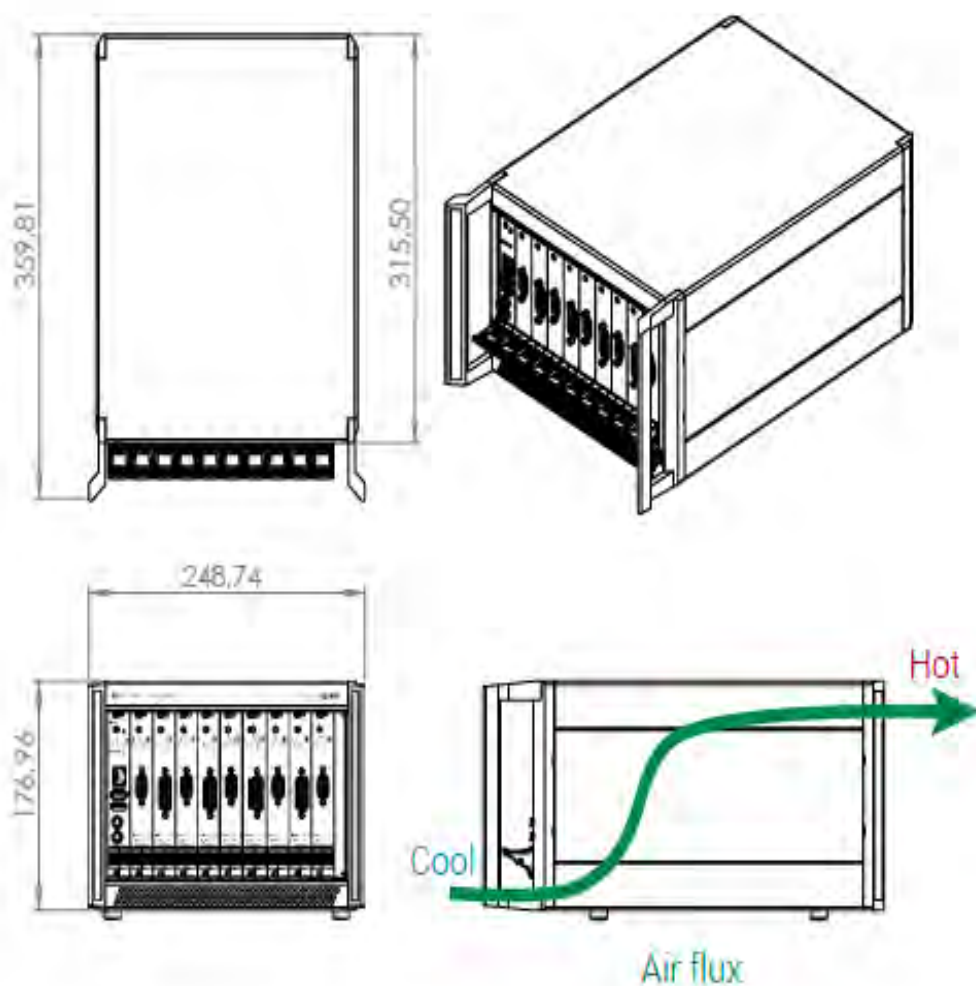
chassis/42HP

04

luzwavelabs | The & Photonics



## MECHANICAL DRAWING



chassis/42HP

05

luzwavelabs | IIA, KIPresencia

# chassis/84HP



Card modules not included

## \_PRODUCT SPECIFICATIONS

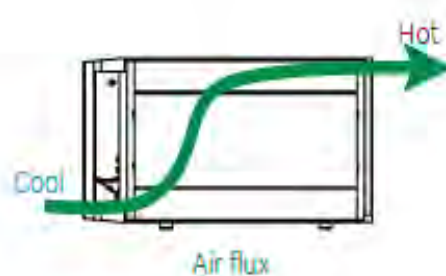
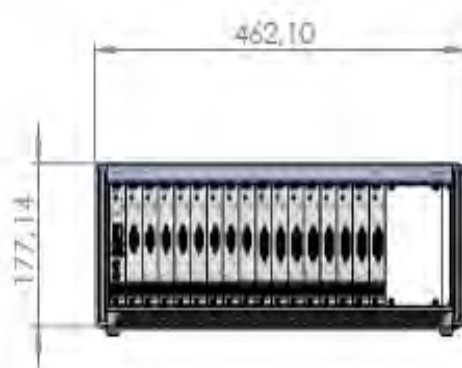
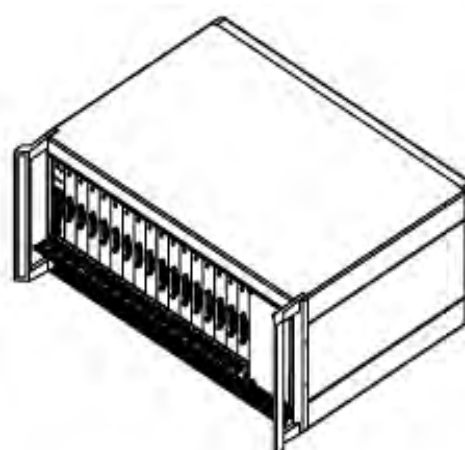
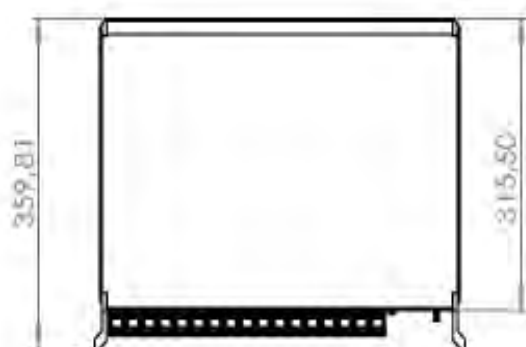
Height	4U (177 mm) 3U 160mm depth cards 0.5U above and 0.5U below cards for optimum cooling and secondary connections
Width	84HP (462.10 mm)
Depth	315.5 mm
Weight	TBD
Power supply	AC input (85-265VAC) in rear panel Backplane supply: 450W (5V, 90 A)
Convection	Optimum air flux system. Passive (standard) Forced air convection (optional). 0.5U multi axial fans tray
Others	Ruggedized front handles. 19" handles or adapter available on request

chassis/84HP

06

luzwavelabs | THz & Photonics

## MECHANICAL DRAWING



chassis/84HP

07

luzwavelabs | R+D+i & Production

## **\_ORDERING INFORMATION**

chassis/**xxHP**-a-b

xx: 28 (28HP)

42 (42HP)

84 (84HP)

a: h (front handles)

19h (front handles with 19' adapter)

19 (no handles, 19' adapter)

b: p (passive cooling)

f (forced cooling, multi axial fan 0.5U top tray inside chassis)



**\_v0.1 datasheet** 20151006  
chassis/xxHP

All product specifications are subject to change without prior notice





SOM/E

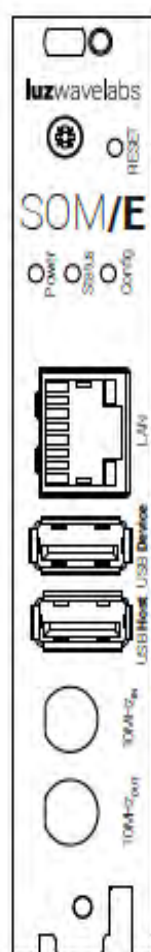
# SOM/E

**High performance LabVIEW-based control module (FPGA, RT Dual Core Processor, high and low speed DACs and ADCs)**

NI sbRIO-9651 SOM with Xilinx Zynq 7020 (Artix-7 FPGA + Dual-core ARM CortexA9 with RT NI Linux OS)  
 High speed dual channel ADC 14-bits 80 MSPS / IF receiver up to 70 MHz  
 High speed DDS 14-bits 400 MSPS  
 Auxiliar header with 12 DACs, 16 ADCs, 13 DIOs, SPI, Trigger In, Trigger Out  
 LAN, USB  
 VME J1 format



# SOM/E



## PRODUCT OVERVIEW

SOM/E is a high performance VME J1 control module fully compatible with NI LABVIEW and NI RIO platform (Real-Time, Embedded).

It features a NI sbRIO-9651 System-On-Module that includes a Xilinx Artix-7 FPGA and a Real-Time Dual Core ARM Cortex-A9 (with Real-Time NI Linux OS).

SOM/E includes a High Speed module for the most demanding high speed digital applications. This module comprises an ADC and a DDS stage. The first is a two-channel, 14 bits, 80 MSPS ADC with an integrated digital downconverter for frequencies up to 70 MHz and extensive signal monitoring. The second is a High Speed DDS with 14 bits, 400 MSPS, high resolution and programmable phase and amplitude dithering.

An additional auxiliar connector enables high flexibility for any application, including a high number of analog monitor and control lines (12x 12 bits DACs, 16x 12 bits, 500 kSPS ADCs), auxiliar SPI, 8 DIOs and 2 auxiliar trigger lines (In and Out).

SOM/E provides high connectivity, with Gigabit LAN, USB (Host and Device) and internal RS485 (1) and RS232 (3) connectors.

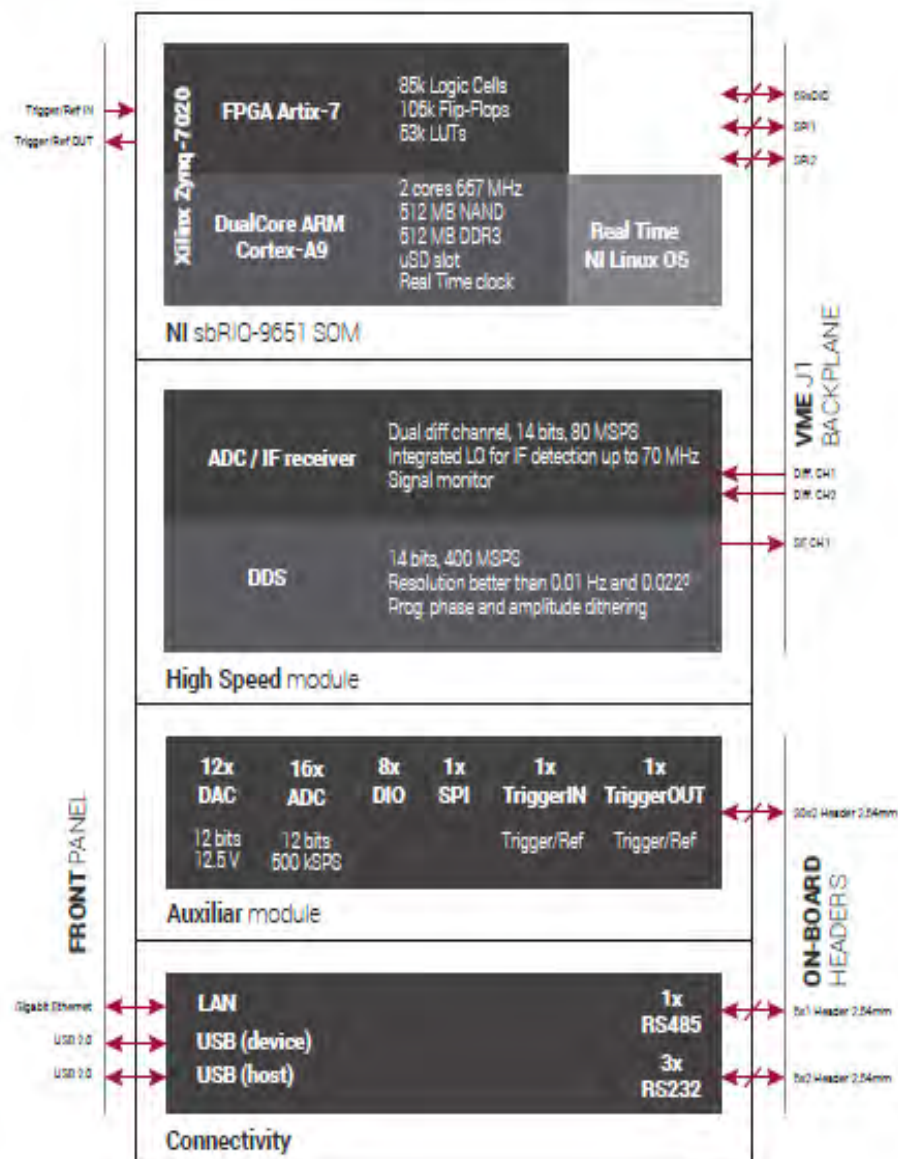
SOM/E is the control card for our chassis/**xxHP** series. Together, they make a high performance, powerful and flexible platform for the most demanding needs in a wide variety of applications and markets.

SOM/E

luzwave labs | Trig & Photonics

01

## \_BLOCK DIAGRAM



SOM/E

02

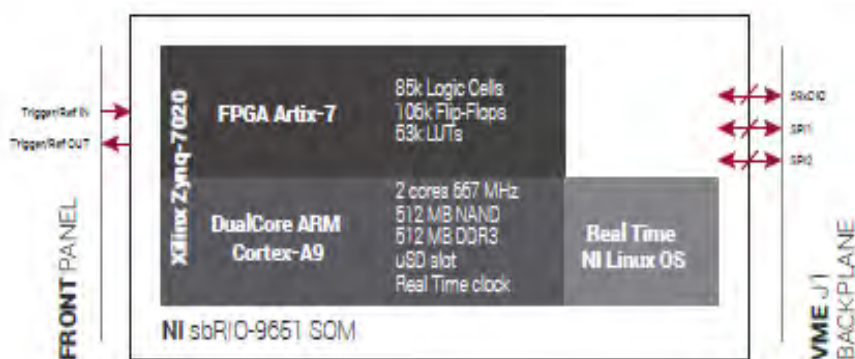
## FUNCTIONAL SPECIFICATIONS

### NI sbRIO-9651 SOM

NI sbRIO-9651 SOM combines a Xilinx Zynq 7020 SoC (System on Chip) with a middleware complete solution to offer an embedded development platform that drastically reduce the risks and development time of any control and monitoring embedded application. NI sbRIO-9651 SOM is fully integrated in LabVIEW platform, allowing the user to program the microcontroller and FPGA in a graphical programming environment that does not require HDL coding knowledge and greatly simplifies the prototyping tasks.

Xilinx Zynq 7020 includes a reconfigurable Artix-7 FPGA and a Dual Core ARM Cortex-A9 processor with Real Time capabilities. A Linux Real-Time OS is programmed in the SOM, allowing the user to program the processor using LabVIEW or C/C++ with Eclipse.

In SOM/E module, 59 DIOs and two SPI interfaces (3-wire) are connected the VME J1 backplane. Two fast lines are offered in the front panel through SMA connectors for its use as Clock Reference (1 In, 1 Out) or Trigger In and Out.



SOM/E

03

### Processor

Processor core	Dual ARM Cortex-A9 MPCore with CoreSight
Processor extensions	NEON & Single /Double precision floating point for each processor
Frequency	667 MHz
L1 cache	512 KB
L2 cache	256 KB
Non-volatile memory	512 MB, SLC NAND Flash (integrated) microSD slot (on-board)
Volatile memory (DRAM)	512 MB, DDR3
Real time clock	5 ppm accuracy
Flash reboot endurance	100.000 cycles
OS	NI Real-Time Linux

### FPGA

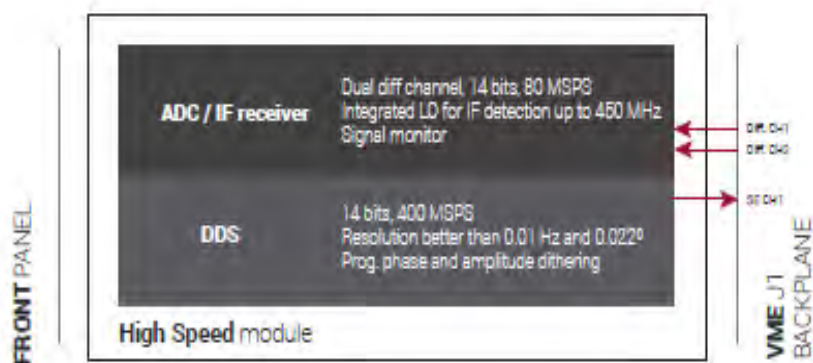
Xilinx 7 Programmable Logic Equivalent	Artix-7 FPGA
Programmable Logic Cells (Approximate ASIC gates)	85k (~1.3M)
Look-Up Tables (LUTs)	53,200
Flip-Flops	106,400
Extensible Block RAM (36 kb blocks)	560 KB (140)
Programmable DSP slices (18x25 MACCs)	220
Peak DSP Performance (Symmetric FIR)	276 GMACs
Number of logical interrupts	32
Number of DMA channels	16
Security	AES and SHA 256b Decryption and Authentication for secure programmable logic configuration



## High Speed module

SOM/E also includes a high speed module to cover high speed analog-digital needs. It includes a dual channel high speed ADC with integrated digital downconverter and a high speed DDS. The input signals to the ADC and the output signal from the DDS are connected to the VME backplane (VME standard is specified up to 80 MSPS).

The high speed ADC is a mixed-signal intermediate frequency (IF) receiver consisting of dual 14-bit, 80 MSPS ADCs and a wideband digital downconverter (DDC).



### ADC / IF receiver

The ADC / IF receiver is a mixed-signal intermediate frequency (IF) receiver consisting of dual 14-bit, 80 MSPS ADCs and a wideband digital downconverter (DDC).

The dual ADC core features a multistage, differential pipelined architecture with integrated output error correction logic. Each ADC features wide bandwidth differential sample-and-hold analog input amplifiers supporting a variety of user-selectable input ranges. An integrated voltage reference eases design considerations. A duty cycle stabilizer is provided to compensate for variations in the ADC clock duty cycle, allowing the converters to maintain excellent performance.

ADC data outputs are internally connected directly to the digital downconverter (DDC) of the receiver. The digital receiver has two channels and provides processing flexibility. Each receive channel has four cascaded signal processing stages: a 32-bit frequency translator (numerically controlled oscillator (NCO)), a half-band decimating filter, a fixed FIR filter, and an fADC/8 fixed-frequency NCO.

In addition to the receiver DDC, it has several functions that simplify the automatic gain control (AGC) function in the system receiver. The fast detect feature allows fast overrange detection. In addition, the programmable threshold detector allows monitoring of the incoming signal power using the four fast detect bits of the ADC with low latency. If the input signal level exceeds the programmable threshold, the coarse upper threshold indicator goes high. Because this threshold indicator has low latency, the user can quickly turn down the system gain to avoid an overrange condition. The second AGC-related function is the signal monitor. This block allows the user to monitor the composite magnitude of the incoming signal, which aids in setting the gain to optimize the dynamic range of the overall system. The IF receiver digitizes a wide spectrum of IF frequencies. Each receiver is designed for simultaneous reception of the main channel and the diversity channel. This IF sampling architecture greatly reduces component cost and complexity compared with traditional analog techniques or less integrated digital methods.

Programming for setup and control is accomplished using a 3-bit SPI-compatible serial interface that is connected internally to the processing module of the SOM/E.

Number of differential channels	2. Each one has 4 processing stages: a 32-bit frequency translator (numerically controlled oscillator (NCO)), a half-band decimating filter, a fixed FIR filter, and an fADC/8 fixed-frequency NCO.
ADC	14 bits, 80 MSPS, clock duty cycle stabilizer
Numerically Controlled Oscillator (NCO)	32 bits complex, integrated in the digital downconverter
Decimation filter	Wideband, integrated
Automatic Control Gain (AGC) functions	Fast overrange detect and signal monitor (composite magnitude), low latency
SNR	74.5 dBc
Input bandwidth (limited by input filter)	60 MHz
SFDR	80 dBc
Input signal amplitude	2 Vpp
Channel isolation/crosstalk	95 dB

### High Speed DDS

The High Speed direct digital synthesizer (DDS) uses advanced technology, coupled with an internal high speed, high performance DAC to form a complete, digitally programmable, high frequency synthesizer capable of generating a frequency-agile analog output sinusoidal waveform at up to 160 MHz. It enables fast frequency hopping coupled with fine tuning of both frequency (0.01 Hz or better) and phase (0.022° granularity).

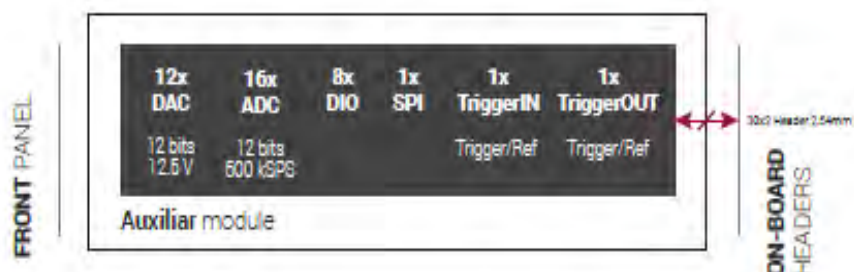
The device includes static RAM to support flexible frequency sweep capability in several modes, plus a user-defined linear sweep mode of operation. Also included is an on-chip high speed comparator for applications requiring a square wave output. An on-chip oscillator and PLL circuitry provide users with multiple approaches to generate the device's system clock.

Number of channels	1 (Single Ended).
DAC	14 bits, 400 MSPS (sinusoidal waveform up to 160 MHz)
Frequency tuning accuracy	32 bits (0.01Hz or better)
Phase tuning accuracy	14 bits (0.022°)
Phase noise floor	Better than -120 dBc/Hz
Other functions	Automatic linear and nonlinear frequency sweeping, programmable phase/amplitude dithering, 4 frequency/phase offset profiles

## Auxiliar module

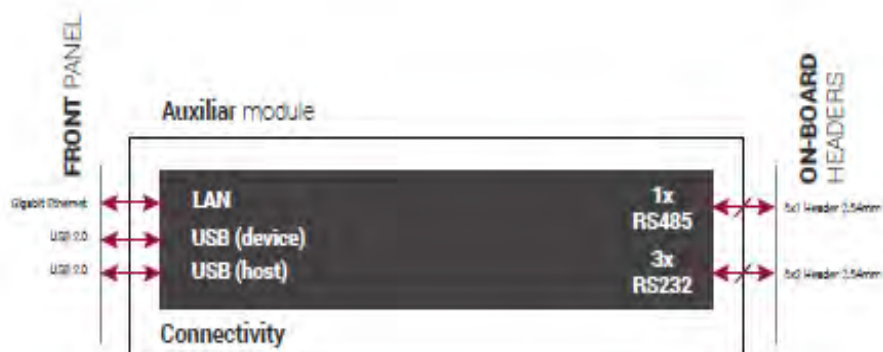
SOM/E also includes an additional module with a complete analog monitoring and control solution that includes a 16-channel, 12-bit analog-to-digital converter (ADC), twelve 12-bit digital-to-analog converters (DACs), thirteen DIOs, one fast input trigger/ref (directly connected to the SoC), one fast output trigger/ref (directly connected to the SoC) and a SPI interface. All inputs are protected. All ports are available on an on-board connector (2x30, pins) with a pitch of 2.54 mm to allow easy internal connections. Optionally, a front panel with a subD connector offering all these ports is available.

DACs	12 (Single Ended), 12 bits, Slew Rate 1.5 V/ $\mu$ S, output range 0-5 V (BW<47 kHz) or 0-12.5 V (BW<19 kHz). Shutdown to user defined level
ADCs	16 Single Ended or 2 Differential + 12 Single Ended, 12 bits, 500 kSPS
Temperature sensors	2 remote (-40° to +150°, +2° accuracy, small signal type transistor as sensor), 1 internal (-40° to +125°, +2.5° accuracy), available in DIO pins
Alarms	Input out of range alarm, protected inputs (clamping diodes)
DIOs	13



## \_Connectivity

SOM/E provides high level of connectivity through a Gigabit LAN Ethernet connector, USB device and USB host available in the front panel. Additionally, one general serial interface and three RS232 interfaces are available in on-board-connectors.







## **\_ORDERING** INFORMATION

SOM/E

SOM/E

10

**luz**wavelabs | T112 & Photonic



**\_v0.1 datasheet 20151008**  
SOM/E

All product specifications are subject to change without prior notice



## Controlador de Temperatura

### MODULES

# LDC/E-Temp3

High performance temperature controller for laser diodes ( $\pm 3A$ )



#### MAIN FEATURES

Ultra high resolution (better than  $0.0002\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), 24 bits ADC thermistor measurement  
High temperature stability ( $0.001\text{ }^{\circ}\text{C}$ )  
 $\pm 3\text{ A}$  TEC current  
Highly customizable PID loop, with several method for auto-calibration and graphical step response  
For  $10\text{ k}\Omega$  thermistor NTC sensors. Other sensors soon

LDC/E-Temp3

01

luzwavelabs | I/O & Photonics

## PRODUCT SPECIFICATIONS

### LDC/E-Temp3

#### TEC controller output

Current range	$\pm 3$ A
Compliance voltage	< 4.3 V
Maximum output power	12.9 W

#### TEC controller sensor measurement

Measurement	4-wire
Sensor type	10 k $\Omega$ Thermistor
Resolution	<0.34 $\Omega$ (< 0.2 m $^{\circ}$ C)
Accuracy	$\pm 1.5$ $\Omega$ ( $\pm 0.6$ m $^{\circ}$ C)
Short term stability (40 s)	<2 m $^{\circ}$ C

#### Temperature control loop

Type	PID Manual independent configuration of P, I, D parameters Automatic PID calibration (several methods to choose) Graphical step response and configuration
------	---

#### General

Protection features	Temperature limits, Temperature window, no sensor detection
Connector	D-SUB9 (female)
Format	VME 160mm (for use with chassis/xxHP series and SOM/E controller)
Operating temperature	0-40 $^{\circ}$ C
Storage temperature	-40-70 $^{\circ}$ C
Size	3U height, 4 HP width, 160 mm depth
Weight	TBD
Warm-up time	TBD

## PINOUT

Pin	Name	IN/OUT	Description
1	TEC+	O	TEC current positive
2	TEC+	O	TEC current positive
3	TEC-	O	TEC current negative
4	TEC-	O	TEC current negative
5	GND	I/O	Ground (chassis)
6	GND	I/O	Ground (chassis)
7	TH1	I	Thermistor terminal 1
8	TH2	I	Thermistor terminal 2
9	TEC+	O	TEC current positive
10	TEC-	O	TEC current negative
11	NC		Not Connected
12	NC		Not Connected
13	NC		Not Connected
14	TH1_SENSE	I	Thermistor terminal 1 sense
15	TH2_SENSE	I	Thermistor terminal 2 sense
c	Connector	I/O	Ground (chassis)



## **\_ORDERING** INFORMATION

LDC/E-Temp3-x

- x: blank (standard)
- OEIControl (OEI version remote controlled)
- OEIProControl (OEI low cost potentiometer based control)



**\_v0.2 datasheet** 20160406  
LDC/E-Temp3

All product specifications are subject to change without prior notice



## Controlador de Corriente

### MODULES

# LDC/E-Currentx00

High performance and ultra low noise  
current controller module for laser diodes (200 mA and 500 mA)



#### MAIN FEATURES

- Ultra high resolution. 20 bits DAC
- Ultra low noise (down to 300 pA/rHz noise floor). Lowest noise current controller in the market (floating output)
- 200 mA and 500 mA versions
- Floating output. Compatible with all laser diodes configurations
- Ultra high resolution anode-cathode voltage readout. Especially useful for advanced control and monitoring needs (i.e. absence of monitor photodiode...)
- Laser diode safety features
- Constant current operation. Constant voltage/power operation soon
- Powerful GUI. Soft panel concept.
- OEM versions available

LDC/E-Currentx00

01

luzwavelabs | THz & Photonics

## PRODUCT SPECIFICATIONS

	LDC/E-Current200	LDC/E-Current500
<b>Output current</b>		
Output current range	0-200 mA	0-500 mA
Compliance voltage	5 V	5 V
Setting resolution	0.2 $\mu$ A	0.5 $\mu$ A
Relative accuracy	$\pm 0.2 \mu$ A	$\pm 0.5 \mu$ A
Ripple	<1 $\mu$ A	<2 $\mu$ A
Current noise density	See comparison table (down to 300 pA/rHz)	
Long term stability	<3 $\mu$ A	<6 $\mu$ A
Polarity	Floating output (compatible with all laser diode configurations)	
Control mode	Constant current, constant voltage (digital control, equivalent to constant power, even for lasers with no monitor PD)	
<b>Current limit</b>		
Range	0-200 mA	0-500 mA
<b>Laser voltage measurement</b>		
Measurement	4-wire	
Measurement range	0-5 V	
Resolution	Sigma delta 24 bits 0.3 $\mu$ V	
Accuracy	0.0005%	
Noise	Down to 0.2 $\mu$ V (RMS, with 50/60 Hz rejection)	
<b>Laser modulation</b>		
Internal	Available soon, firmware update	
External	Available on laser mount	
<b>General</b>		
Protection features	Output short circuit at laser off, Open output detection, Current softstart, current limits.	
Connector	D-SUB9 (female)	
Format	VME 160mm depth (for use with chassis/xxHP series and SOM/E controller)	
Operating temperature	0-40 $^{\circ}$ C	
Storage temperature	-40-70 $^{\circ}$ C	
Size	3U height, 4 HP width, 160 mm depth	

## PRODUCT SPECIFICATIONS

### Current noise benchmark with competitors

#### Methodology.

All controllers are measured under the same conditions (warm-up time, AC socket, measurement setup, integration time).

The measurement setup consists of:

- DB9 (male) to DB9 (female) premium shielded, heavy duty cable (tested for lowest noise among several commercial and competitors cables). Connects controller to shielded box.

- Shielded box with a 25 ohms precision resistor, a DC block (1.2 mF, capacitor array) and a 50 ohms termination to match the next stage.

- Low noise preamplifier (Analog Modules 351A-3-50, DC-3MHz, 50 ohms input-output, adjusted to a gain of 56 V/V measured and calibrated on a 50 ohms system).

- High performance Lock-In Amplifier (Zurich Instruments HF2LI) working under FFT analyzer mode (5 nV/rHz noise floor). The scaling factor applied is 1/700 A/V.

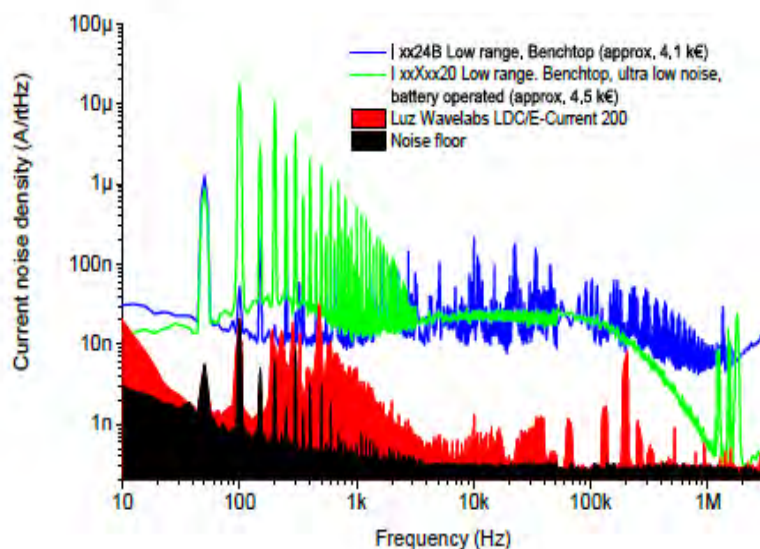
The resulting noise floor reaches about 250 pA/rHz.

Disclaimer: these results are shown here only for reference.

#### Results summary

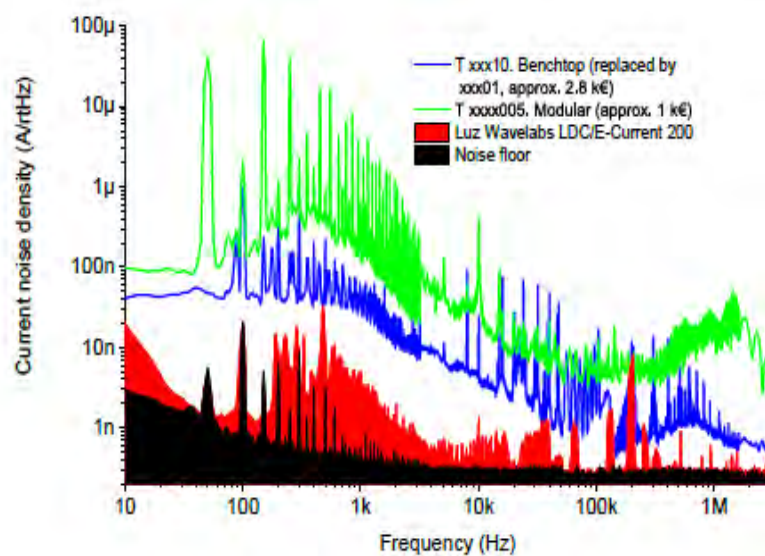
The results show how our modular current controller has a noise performance drastically better than competitor modules but also of benchtop and bulky controllers (even ultra low noise, battery operated benchtop current controllers).

#### Luz Wavelabs vs. I Competitor

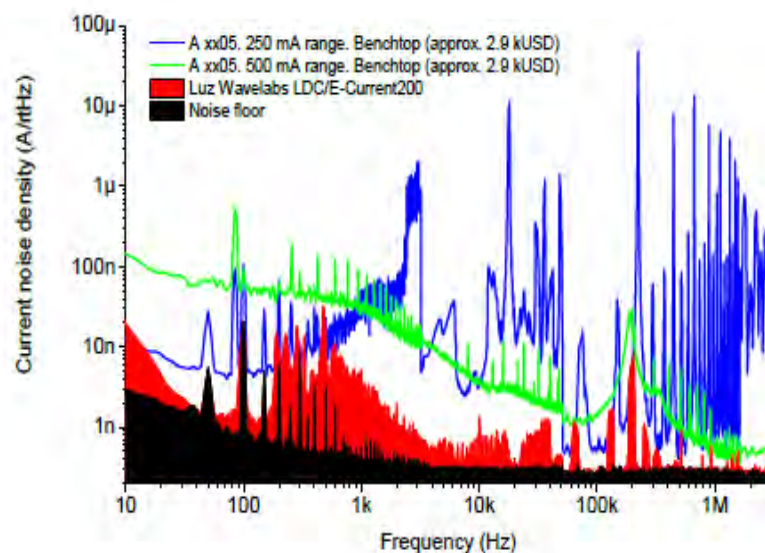




### Luz Wavelabs vs. T Competitor



### Luz Wavelabs vs. A Competitor



LDC/E-Currentx00

04

luzwavelabs | THz & Photonics

## \_PINOUT

Pin	Name	IN/OUT	Description
1	NC		Not Connected
2	NC		Not Connected
3	GND	I/O	Ground (chassis)
4	LD_SENSE-	I	LD Sense (negative, cathode)
5	LD-	I	Laser Diode (negative, cathode)
6	NC		Not Connected
7	NC		Not Connected
8	LD_SENSE+	I	LD Sense (positive, anode)
9	LD+	O	Laser Diode (positive, anode)
C	Connector	I/O	Ground (chassis)

## **\_ORDERING INFORMATION**

LDC/E-Currentx00-y

x: 2 (200 mA)

5 (500 mA)

y: blank (standard)

OEMcontrol (OEM version remote controlled)

OEMnoControl (OEM low cost potentiometer based control)



**\_v0.5 datasheet 20160518**  
LDC/E-Currentx00

All product specifications are subject to change without prior notice



## Fuente de alimentación LRS - 100



100W Single Output Switching Power Supply

**LRS-100** series



### ■ Features

- Universal AC input / Full range
- Withstand 300VAC surge input for 5 second
- Protections: Short circuit / Overload / Over voltage
- Cooling by free air convection
- Miniature size and 1U low profile
- Compliance to IEC/EN 60335-1 (PD3) and IEC/EN61558-1, 2-16 for household appliances
- Operating altitude up to 5000 meters (Note.7)
- Withstand 5G vibration test
- LED indicator for power on
- No load power consumption <0.3W
- 100% full load burn-in test
- High operating temperature up to 70°C
- High efficiency, long life and high reliability
- 3 years warranty

### ■ Applications

- Industrial automation machinery
- Industrial control system
- Mechanical and electrical equipment
- Electronic instruments, equipments or apparatus
- Household appliances

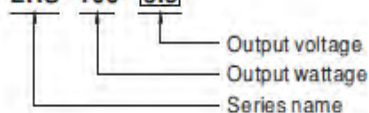
### ■ Description

LRS-100 series is a 100W single-output enclosed type power supply with 30mm of low profile design. Adopting the full range 85~264VAC input, the entire series provides an output voltage line of 3.3V, 5V, 12V, 15V, 24V, 36V and 48V.

In addition to the high efficiency up to 91%, the design of metallic mesh case enhances the heat dissipation of LRS-100 that the whole series operates from -30°C through 70°C under air convection without a fan. Delivering an extremely low no load power consumption (less than 0.3W), it allows the end system to easily meet the worldwide energy requirement. LRS-100 has the complete protection functions and 5G anti-vibration capability; it is complied with the international safety regulations such as TUV EN60950-1, EN60335-1, EN61558-1/-2-16, UL60950-1 and GB4943. LRS-100 series serves as a high price-to-performance power supply solution for various industrial applications.

### ■ Model Encoding

**LRS-100-3.3**



File Name: LRS-100-SPEC 2016-06-14





# 100W Single Output Switching Power Supply

## LRS-100 series

### SPECIFICATION

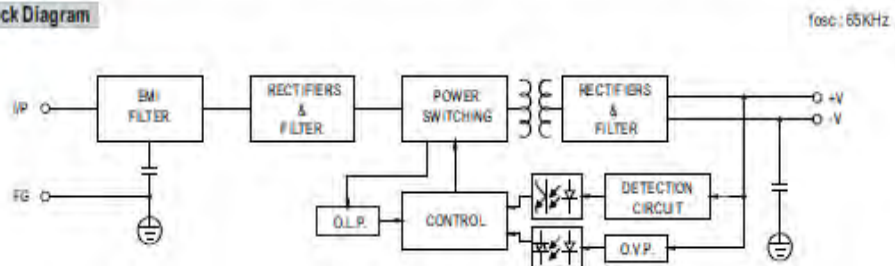
MODEL		LRS-100-3.3	LRS-100-5	LRS-100-12	LRS-100-15	LRS-100-24	LRS-100-36	LRS-100-48
OUTPUT	DC VOLTAGE	3.3V	5V	12V	15V	24V	36V	48V
	RATED CURRENT	20A	18A	8.5A	7A	4.5A	2.8A	2.3A
	CURRENT RANGE	0 ~ 20A	0 ~ 18A	0 ~ 8.5A	0 ~ 7A	0 ~ 4.5A	0 ~ 2.8A	0 ~ 2.3A
	RATED POWER	66W	90W	102W	105W	108W	100.8W	110.4W
	RIPPLE & NOISE (max.) Note.2	100mVp-p	100mVp-p	120mVp-p	120mVp-p	150mVp-p	200mVp-p	200mVp-p
	VOLTAGE ADJ. RANGE	2.97 ~ 3.6V	4.5 ~ 5.5V	10.2 ~ 13.8V	13.5 ~ 18V	21.6 ~ 28.8V	32.4 ~ 39.6V	43.2 ~ 52.8V
	VOLTAGE TOLERANCE Note.3	± 3.0%	± 2.0%	± 1.0%	± 1.0%	± 1.0%	± 1.0%	± 1.0%
	LINE REGULATION Note.4	± 0.5%	± 0.5%	± 0.5%	± 0.5%	± 0.5%	± 0.5%	± 0.5%
	LOAD REGULATION Note.5	± 2.0%	± 1.0%	± 0.5%	± 0.5%	± 0.5%	± 0.5%	± 0.5%
	SETUP, RISE TIME	500ms, 30ms/230VAC 500ms, 30ms/115VAC at full load						
HOLD UP TIME (Typ.)	55ms/230VAC 10ms/115VAC at full load							
INPUT	VOLTAGE RANGE	85 ~ 264VAC 120 ~ 373VDC (Withstand 300VAC surge for 5sec. Without damage)						
	FREQUENCY RANGE	47 ~ 63Hz						
	EFFICIENCY (Typ.)	84.5%	86%	88%	88.5%	90%	90.5%	91%
	AC CURRENT (Typ.)	1.9A/115VAC 1.2A/230VAC						
	INRUSH CURRENT (Typ.)	COLD START 50A/230VAC						
	LEAKAGE CURRENT	<0.75mA / 240VAC						
PROTECTION	OVER LOAD	110 ~ 150% rated output power Protection type : Hiccup mode, recovers automatically after fault condition is removed						
	OVER VOLTAGE	3.8 ~ 4.45V 5.75 ~ 6.75V 13.8 ~ 16.2V 18.75 ~ 21.75V 28.8 ~ 33.6V 41.4 ~ 48.6V 55.2 ~ 64.8V Protection type: Shut down o/p voltage, re-power on to recover						
	WORKING TEMP.	-30 ~ +70℃ (Refer to "Derating Curve")						
ENVIRONMENT	WORKING HUMIDITY	20 ~ 90% RH non-condensing						
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-40 ~ +85℃, 10 ~ 95% RH						
	TEMP. COEFFICIENT	±0.03%/℃ (0 ~ 50℃)						
	VIBRATION	10 ~ 500Hz, 5G 10min./1 cycle, 60min. each along X, Y, Z axes						
SAFETY & EMC (Note 8)	SAFETY STANDARDS	UL60950-1, TUV EN60950-1, EN60335-1, EN61558-1/-2-16, CCC GB4943 approved						
	WITHSTAND VOLTAGE	I/P-O/P: 3.75KVAC I/P-FG: 2KVAC O/P-FG: 1.25KVAC						
	ISOLATION RESISTANCE	I/P-O/P, I/P-FG, O/P-FG: 100M Ohms / 500VDC / 25℃ / 70% RH						
	EMC EMISSION	Compliance to EN55022 (CISPR22), GB9254 Class B, EN55014 EN61000-3-2,-3						
	EMC IMMUNITY	Compliance to EN61000-4-2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, EN61000-6-2 (EN50082-2), heavy industry level, criteria A						
OTHERS	MTBF	720.6K hrs min. MIL-HDBK-217F (25℃)						
	DIMENSION	129*97*30mm (L*W*H)						
	PACKING	0.34Kg; 40pcs/14.8Kg/0.92CUFT						
NOTE	1. All parameters NOT specially mentioned are measured at 230VAC input, rated load and 25℃ of ambient temperature. 2. Ripple & noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 12" twisted pair-wire terminated with a 0.1uF & 47uF parallel capacitor. 3. Tolerance : Includes set up tolerance, line regulation and load regulation. 4. Line regulation is measured from low line to high line at rated load. 5. Load regulation is measured from 0% to 100% rated load. 6. Length of set up time is measured at cold first start. Turning ON/OFF the power supply very quickly may lead to increase of the set up time. 7. The ambient temperature derating of 5℃/1000m is needed for operating altitude greater than 2000m(6500ft). 8. The power supply is considered a component which will be installed into a final equipment. All the EMC tests are been executed by mounting the unit on a 360mm*360mm metal plate with 1mm of thickness. The final equipment must be re-confirmed that it still meets EMC directives. For guidance on how to perform these EMC tests, please refer to "EMI testing of component power supplies." (as available on <a href="http://www.meanwell.com">http://www.meanwell.com</a> )							



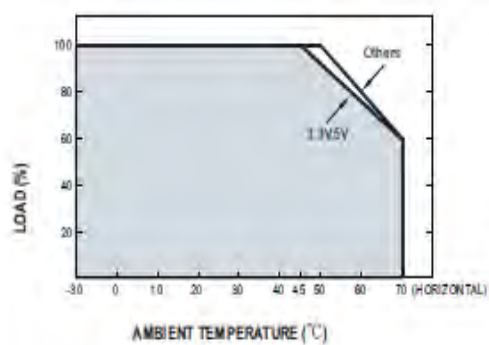
100W Single Output Switching Power Supply

**LRS-100 series**

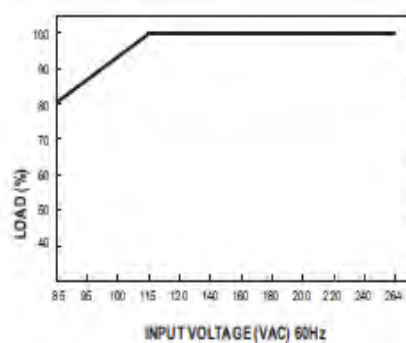
### ■ Block Diagram



### ■ Derating Curve



### ■ Static Characteristics



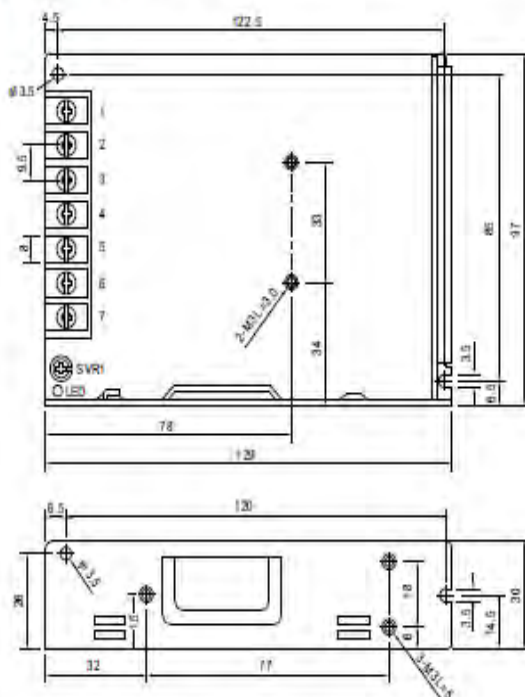


100W Single Output Switching Power Supply

**LRS-100 series**

### Mechanical Specification

Case No. 238A Unit: mm



### Terminal Pin No. Assignment

Pin No.	Assignment	Pin No.	Assignment
1	AC/L	4,5	DC OUTPUT+V
2	AC/N	6,7	DC OUTPUT+V
3	PG		

### Installation Manual

Please refer to : <http://www.meanwell.com/webnet/search/InstallationSearch.html>



## Mouser Electronics

Authorized Distributor

Click to View Pricing, Inventory, Delivery & Lifecycle Information:

Mean Well:

[LRS-100-15](#) [LRS-100-48](#) [LRS-100-36](#) [LRS-100-24](#) [LRS-100-5](#) [LRS-100-3.3](#) [LRS-100-12](#)



## Fuente de alimentación HSP – 200



200W Single Output with PFC Function

**HSP-200 series**



### ■ Features :

- Universal AC input / Full range
- Built-in active PFC function
- Low leakage current<1.0mA
- Protections: Short circuit / Overload / Over voltage / Over temperature
- Low profile:31mm
- Conformal coated
- LED indicator for power on
- 3 years warranty

### SPECIFICATION



MODEL	HSP-200-4.2	HSP-200-5
OUTPUT	DC VOLTAGE	4.2V
	RATED CURRENT	40A
	CURRENT RANGE	0 ~ 40A
	RATED POWER (convection)	168W
	RIPPLE & NOISE (max.) Note.2	150mVp-p
	VOLTAGE ADJ. RANGE	3.6 ~ 4.4V
	VOLTAGE TOLERANCE Note.3	±2.0%
	LINE REGULATION	±0.5%
	LOAD REGULATION	±1.0%
	SETUP, RISE TIME	2000ms, 200ms/230VAC 3000ms, 200ms/115VAC at full load
INPUT	HOLD UP TIME (Typ.)	16ms/230VAC 16ms/115VAC at full load
	VOLTAGE RANGE Note.4	90 ~ 264VAC 127 ~ 370VDC
	FREQUENCY RANGE	47 ~ 63Hz
	POWER FACTOR (Typ.)	PF ≥ 0.95/230VAC PF ≥ 0.98/115VAC at full load
	EFFICIENCY (Typ.)	88%
	AC CURRENT (Typ.)	2.5A/115VAC 1.5A/230VAC
	INRUSH CURRENT (Typ.)	Cold start 70A/230VAC
PROTECTION	LEAKAGE CURRENT	<1.0mA / 240VAC
	OVERLOAD	110~140% rated output power
	SHORT CIRCUIT	Protection type: Hiccup mode, recovers automatically after fault condition is removed
	OVER VOLTAGE	4.6 ~ 5.4V
	OVER TEMPERATURE	Shut down O/P voltage, recovers automatically after fault condition is removed
ENVIRONMENT	WORKING TEMP.	-30 ~ +70°C (Refer to "Derating Curve")
	WORKING HUMIDITY	20 ~ 90% RH non-condensing
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-40 ~ +85°C, 10 ~ 95% RH
	TEMP. COEFFICIENT	±0.03%/°C (0 ~ 60°C)
	VIBRATION	10 ~ 500Hz, 2G 10min./1cycle, 60min., each along X, Y, Z axes
SAFETY & EMC (Note 5)	SAFETY STANDARDS	UL60950-1, TUV EN60950-1, CCC GB4943 approved
	WITHSTAND VOLTAGE	I/P-O/P: 3.0KVAC I/P-FG: 2KVAC O/P-FG: 0.5KVAC
	ISOLATION RESISTANCE	I/P-O/P, I/P-FG, O/P-FG: 100M Ohms/500VDC/25°C/ 70%RH
	EMC EMISSION	Compliance to EN55022 (CISPR22), GB9254, Class B, EN61000-3-2, -3, GB17625.1
OTHERS	EMC IMMUNITY	Compliance to EN61000-4-2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, EN55024, light industry level (surge 4KV), criteria A
	MTBF	204K hrs min. MIL-HDBK-217F (25°C)
	DIMENSION	210*62*31mm (L*W*H)
NOTE	PACKING	0.52kg, 20pcs/ 11.4kg/0.78CUFT
	<p>1. All parameters NOT specially mentioned are measured at 230VAC input, rated load and 25°C of ambient temperature.</p> <p>2. Ripple &amp; noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 12" twisted pair-wire terminated with a 0.1uF &amp; 47uF parallel capacitor.</p> <p>3. Tolerance : line regulation and load regulation.</p> <p>4. Derating may be needed under low input voltages. Please check the static characteristics for more details.</p> <p>5. Length of set up time is measured at cold first start. Turning ON/OFF the power supply may lead to increase of the set up time.</p> <p>6. The power supply is considered a component which will be installed into a final equipment. All the EMC tests are been executed by mounting the unit on a 450mm*450mm metal plate with 1mm of thickness. The final equipment must be re-confirmed that it still meets EMC directives. For guidance on how to perform these EMC tests, please refer to "EMI testing of component power supplies," (as available on <a href="http://www.meanwell.com">http://www.meanwell.com</a>)</p>	

FEA-HSP-HSP-200-SPEC 2016-01-02



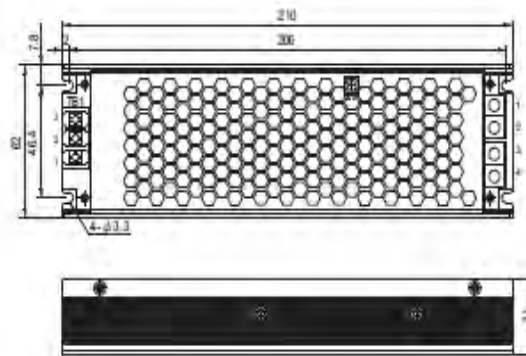


200W Single Output with PFC Function

**HSP-200 series**

### Mechanical Specification

CASE NO.: 232B Unit:mm



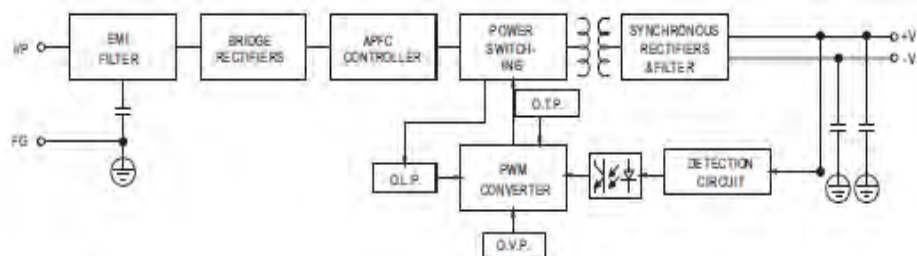
AC Input Terminal(TB1) pin NO. Assignment

Pin No.	Assignment	Terminal
1	AC/L	
2	AC/N	DG28C-B-01P
3		

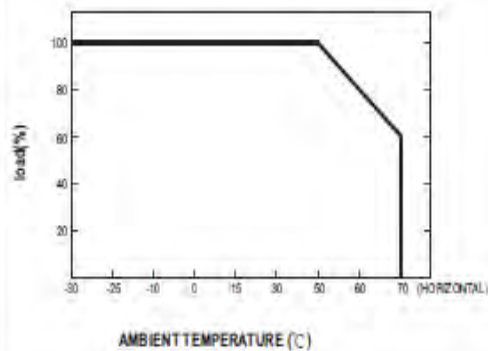
DC Output Terminal pin NO. Assignment

Pin No.	Assignment	Terminal
1,2	+V	
3,4	-V	X14-20A(H)

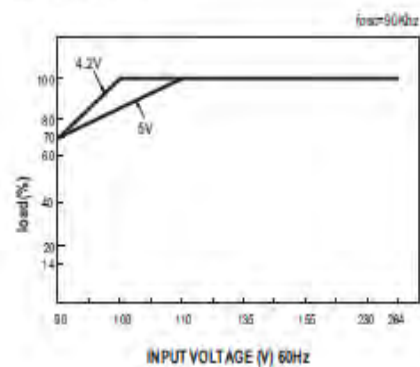
### Block Diagram



### Derating Curve



### Static Characteristics





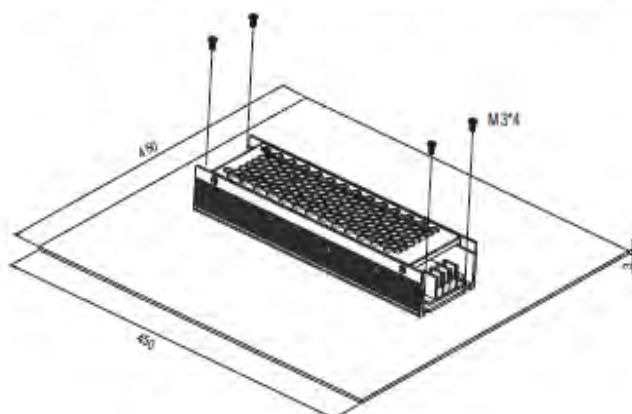
200W Single Output with PFC Function

**HSP-200 series**

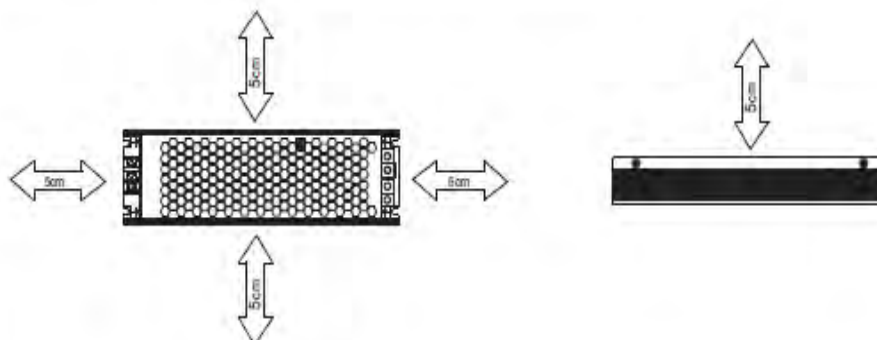
### ■ Installation

#### 1. Operate with additional aluminum plate

In order to meet the "Densifying Curve" and the "Static Characteristics", HSP-200 series must be installed on to an aluminum plate (or the cabinet of the same size) on the bottom. The size of the suggested aluminum plate is shown as below. And for optimizing thermal performance, the aluminum plate must have an even and smooth surface (or coated with thermal grease), and HSP-200 series must be firmly mounted at the center of the aluminum plate.



#### 2. For heat dissipation, at least 5cm installation distance around the PSU should be kept, shown as below:



## Fuente de alimentación RSP – 500



500W Single Output with PFC Function

**RSP-500 series**



### ■ Features :

- Universal AC input / Full range
- Built-in active PFC function, PF>0.95
- Protections: Short circuit / Overload / Over voltage / Over temperature
- Forced air cooling by built-in DC Fan with fan ON-OFF control function
- 1U low profile 40.5mm
- High efficiency up to 90.5%
- Built-in remote ON-OFF control
- Built-in remote sense function
- LED Indicator for power on
- 3 years warranty



### SPECIFICATION

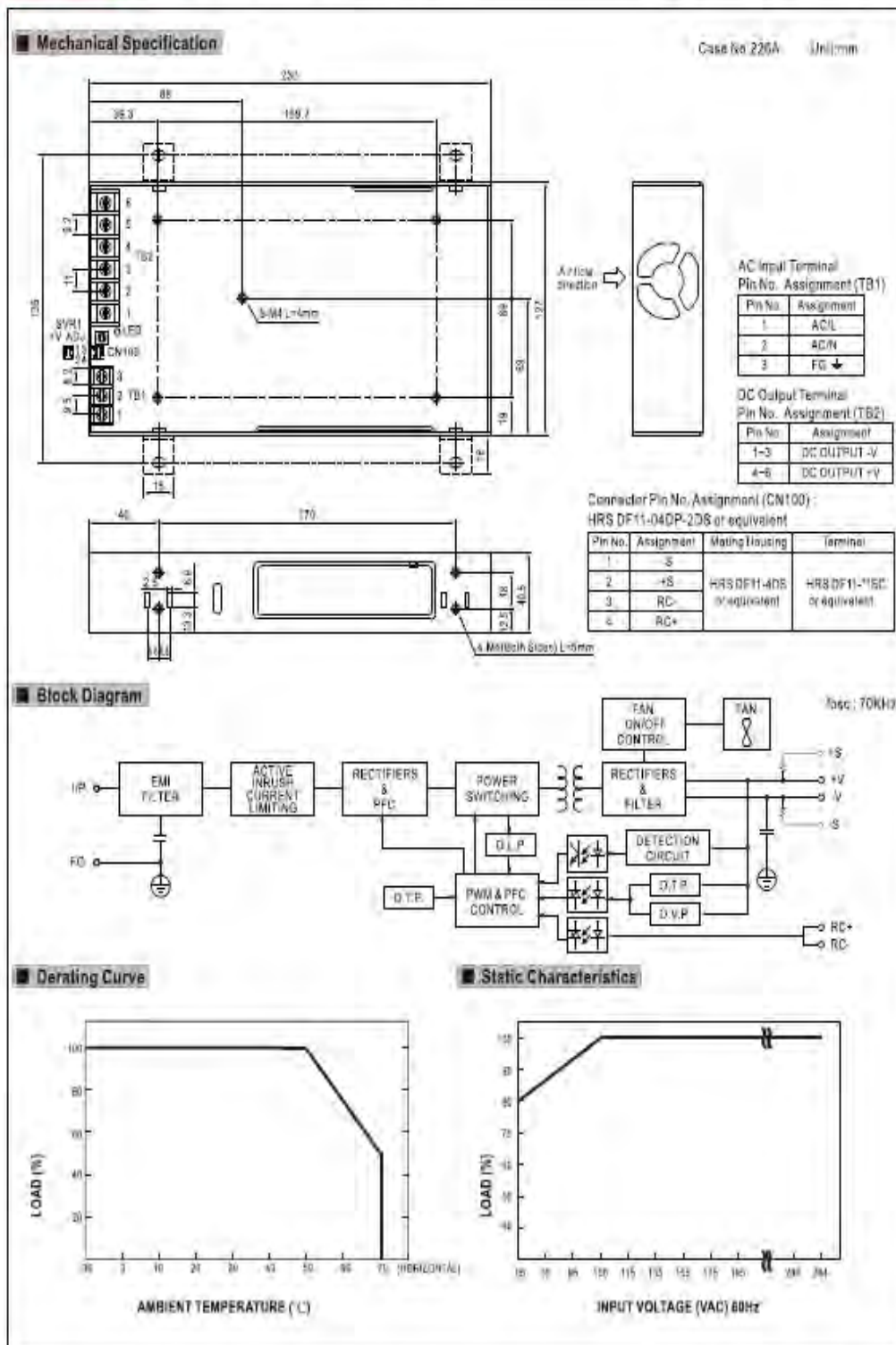
MODEL		RSP-500-3.3	RSP-500-4	RSP-500-5	RSP-500-12	RSP-500-15	RSP-500-24	RSP-500-27	RSP-500-48
OUTPUT	DC VOLTAGE	3.3V	4V	5V	12V	15V	24V	27V	48V
	RATED CURRENT	90A	90A	90A	41.7A	33.4A	21A	18.6A	10.5A
	CURRENT RANGE	0 ~ 90A	0 ~ 90A	0 ~ 90A	0 ~ 41.7A	0 ~ 33.4A	0 ~ 21A	0 ~ 18.6A	0 ~ 10.5A
	RATED POWER	297W	360W	450W	500.4W	501W	504W	502.2W	504W
	RIPPLE & NOISE (max.) <small>Note 2</small>	120mVp-p	120mVp-p	150mVp-p	150mVp-p	150mVp-p	150mVp-p	150mVp-p	150mVp-p
	VOLTAGE ADJ. RANGE	2.6 ~ 3.6V	3.6 ~ 4.3V	4.5 ~ 5.5V	10 ~ 13.2V	13.5 ~ 18V	20 ~ 26.4V	26 ~ 30V	41 ~ 58V
	VOLTAGE TOLERANCE <small>Note 3</small>	±2.0%	±2.0%	±2.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	LINE REGULATION	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.3%	±0.3%	±0.2%	±0.2%	±0.2%
	LOAD REGULATION	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%
SETUP, RISE TIME	1500ms, 80ms/230VAC      3000ms, 80ms/115VAC at full load								
HOLD UP TIME (Typ.)	12ms/230VAC      14ms/115VAC at full load								
INPUT	VOLTAGE RANGE <small>Note 4</small>	85 ~ 264VAC		120 ~ 370VDC					
	FREQUENCY RANGE	47 ~ 63Hz							
	POWER FACTOR (Typ.)	PF>0.95/230VAC		PF>0.98/115VAC		at full load			
	EFFICIENCY (Typ.)	81%	83%	83%	85%	85%	89%	90.5%	90.5%
	AC CURRENT (Typ.)	4.2A/115VAC	2.1A/230VAC	5.3A/115VAC	2.65A/230VAC				
	INRUSH CURRENT (Typ.)	20A/115VAC		40A/230VAC					
LEAKAGE CURRENT	<2mA / 240VAC								
PROTECTION	OVERLOAD	105 ~ 130% rated output power Protection type: Constant current limiting, recovers automatically after fault condition is removed							
	OVER VOLTAGE	3.8 ~ 4.5V	4.5 ~ 5.3V	5.75 ~ 6.75V	13.8 ~ 16.2V	18.8 ~ 21.6V	27.6 ~ 32.4V	32.9 ~ 38.3V	58.4 ~ 58V
	OVER TEMPERATURE	Shut down o/p voltage, recovers automatically after temperature goes down							
FUNCTION	REMOTE CONTROL	POWER ON: open or 0~0.8VDC between RC+(Pin 4)&RC-(Pin 3) on CN100 POWER OFF: 4~10VDC between RC-(Pin 4)&RC-(Pin 3) on CN100							
	REMOTE SENSE	Compensate voltage drop on the load wiring up to 0.3V							
	FAN CONTROL (Typ.)	RTH2 ≥ 50°C ± 10°C Fan on; RTH2 ≤ 40°C ± 10°C Fan off							
ENVIRONMENT	WORKING TEMP.	-30 ~ +70°C (Refer to "Derating Curve")							
	WORKING HUMIDITY	20 ~ 90% RH non-condensing							
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-40 ~ +85°C, 10 ~ 85% RH							
	TEMP. COEFFICIENT	±0.03%/°C (0 ~ 50°C)							
SAFETY & EMC (Note 4)	VIBRATION	10 ~ 500Hz, 2G 10mm /1cycle, 60min. each along X, Y, Z axes							
	SAFETY STANDARDS	UL60950-1, TUV EN60950-1 approved							
	WITHSTAND VOLTAGE	I/P-O/P: 3KVAC    I/P-FG: 2KVAC    O/P-FG: 0.5KVAC							
	ISOLATION RESISTANCE	I/P-O/P, I/P-FG, O/P-FG: 100M Ohms / 500VDC / 25°C / 70% RH							
OTHERS	EMC EMISSION	Compliance to EN55022 (CISPR22) Class B, EN61000-3-2, -3							
	EMC IMMUNITY	Compliance to EN61000-4-2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, EN55024, EN61000-6-2, EN61204-3 heavy industry level, criteria A							
	MTBF	167,7K hrs. min.    MIL-HDBK-217F (25°C)							
	DIMENSION	230*127*40.5mm (L*W*H)							
	PACKING	1.3Kg/9pcs/12.7Kg/0.7CUFT							
NOTE	1. All parameters NOT specially mentioned are measured at 230VAC input, rated load and 25°C of ambient temperature. 2. Ripple & noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 12" twisted pair-wire terminated with a 0.1µF & 47µF parallel capacitor. 3. Tolerance includes set up tolerance, line regulation and load regulation. 4. Derating may be needed under low input voltages. Please check the derating curve for more details. 5. The power supply is considered a component which will be installed into a final equipment. The final equipment must be re-confirmed that it still meets EMC directives. For guidance on how to perform these EMC tests, please refer to "EMI testing of component power supplies" (as available on <a href="http://www.meanwell.com">http://www.meanwell.com</a> )								

<http://www.meanwell.com>



500W Single Output with PFC Function

RSP-500 series







500W Single Output with PFC Function

**RSP-500 series**

### Function Description of CN100

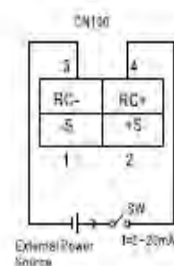
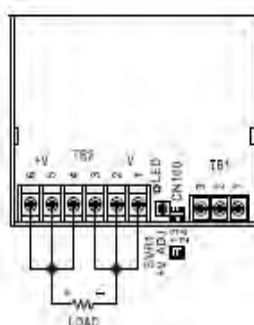
Pin No.	Function	Description
1	-S	Negative sensing. The -S signal should be connected to the negative terminal of the load. The -S and +S leads should be twisted in pair to minimize noise pick-up effect. The maximum line drop compensation is 0.3V.
2	+S	Positive sensing. The +S signal should be connected to the positive terminal of the load. The -S and +S leads should be twisted in pair to minimize noise pick-up effect. The maximum line drop compensation is 0.3V.
3	RC-	Return for RC- signal input.
4	RC+	Turns the output on and off by electrical or dry contact between pin 4 (RC+) and pin 3 (RC-). 0~0.5VDC or open: Power ON, 4~10VDC: Power OFF.

### Function Manual

#### 1. Remote Control

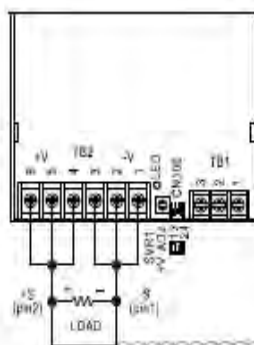
The PSU can be turned ON/OFF by using the "Remote Control" function.

Between RC- (pin3) and RC+ (pin4) on CN100	PSU Status
SW OFF (0 ~ 0.5VDC) or open	ON
SW ON (4 ~ 10V)	OFF



#### 2. Remote Sense

The remote sensing compensates voltage drop on the load wiring up to 0.3V.







## Mouser Electronics

Authorized Distributor

Click to View Pricing, Inventory, Delivery & Lifecycle Information:

Mean Well:

[RSP-500-15](#) [RSP-500-12](#) [RSP-500-5](#) [RSP-500-48](#) [RSP-500-3.3](#) [RSP-500-24](#) [RSP-500-4](#) [RSP-500-27](#)

## Filtro de red Schurter DD12.6121.111

### Power Entry Modules with Line Filter

www.schurter.com /PG08

DD12

IEC Appliance Inlet C14 with Filter, Fuseholder 1- or 2-pole, Line Switch 2-pole

Standard- or Medical-Filter



Order required accessories separately



#### Description

- Panel Mount :
- Screw-on from front side
- 4 Functions :
- Appliance Inlet Protection class I , Line Switch 2-pole , Fuseholder for fuse-links 5 x 20 mm 1- or 2-pole , Line filter in standard and medical version
- V-Lock notch standard
- Quick connect terminals 6.3 x 0.8 mm

#### Unique Selling Proposition

- Most compact power entry module
- Attractive flat design
- Switch for highest inrush current
- V-Lock cord retaining

#### Approvals

- Approval Reference Type: DD12
- VDE Certificate Number: 40001522
- UL File Number: E72928

#### Characteristics

- Ultra-compact design. Ideal for low profile designs
- Aluminum case provides good shielding
- All single elements are already wired
- Fuse drawer meets requirements of medical standard IEC/EN 60601-1
- Ideal for application with high transient loads
- Designed for standard and medical applications
- Suitable for use in equipment according to IEC/UL 60950
- Suitable for use in medical equipment according to IEC/UL 60601-1

#### Other versions on request

- Solder terminals
- Fuse drawer 1-pole, plus spare fuse case
- Fuse drawer 2-pole, with shorting bar
- Other rocker marking
- Line switch, illuminated
- Line switch 1-pole
- Medical version M80
- Class X1- and Y1-capacitors for enhanced withstand voltage

#### References

- Alternative: version without line filter DD11
- Alternative: version for snap-in mounting KMF
- Alternative: Standard version

#### Weblinks

pdf datasheet, html-datasheet, General Product Information, RoHS, CHINA-RoHS, REACH, Distributor-Stock-Check, Accessories, Detailed request for product

#### Technical Data

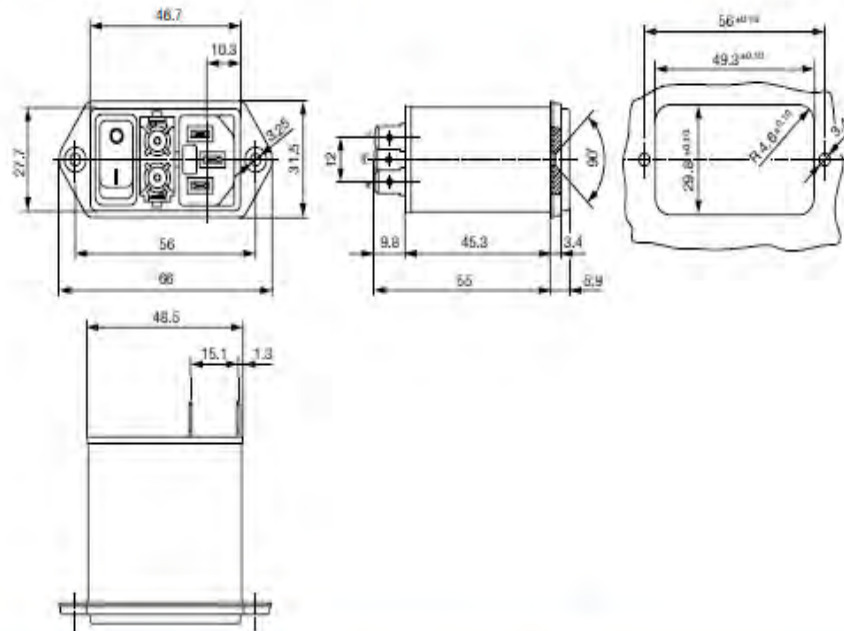
Ratings IEC	1 - 10A @ Ta 40 °C / 250VAC: 50Hz	appliance inlet/-outlet	C14 acc. to IEC 60320-1
Ratings UL/CSA	1 - 8A @ Ta 40 °C / 250VAC: 60Hz		UL 498, CSA C22.2 no. 42 (for cold conditions) pin-temperature 70 °C, 10A, Protection Class I
Leakage Current	standard < 0.5mA (250V / 60Hz) medical < 5 µA (250 V / 60 Hz)	Fuseholder	1 or 2 pole, Shocksafe category PG2 acc. to IEC 60127-6, for fuse-links 5 x 20mm
Dielectric Strength	> 1.7kVDC between L-N > 2.7kVDC between L/N-PE Test voltage (1 min/50Hz)	Rated Power Acceptance @ Ta 23 °C	5 x 20: 2W (1 pole)/ 1.6W (2-pole) per pole
Allowable Operation Temperature	-25 °C to 85 °C	Power Acceptance @ Ta > 23 °C	Admissible power acceptance at higher ambient temperature see derating curves
Climatic Category	25/085/21 acc. to IEC 60068-1	Line Switch	Rocker switch 2-pole, non-illuminated, acc. to IEC 61058-1 <a href="#">Technical Details</a>
IP-Protection	from front side IP 40 acc. to IEC 60529	Line Filter	Standard and Medical Version, IEC 60939, UL 1283, CSA C22.2 no. 8 <a href="#">Technical Details</a>
Protection Class	Suitable for appliances with protection class I acc. to IEC 61140	MTBF	> 2'000'000h acc. to MIL-HB-217 F
Terminal	Quick connect terminals 6.3 x 0.8 mm		
Panel Thickness s	Screw-on mounting: max 8 mm Mounting screw torque max 0.5 Nm		
Material: Housing	Thermoplastic, black, UL 94V-0		

Detailed information on product approvals, code requirements, usage instructions and detailed test conditions can be looked up in General Product Information

## DD12

Power Entry Modules with Line Filter  
www.schurter.com /PG06

### Dimension Screw version



### Technical Data of Filter-Components

Rated Current [A]	Filter-Type	Inductances L [mH]	Capacitance CX [nF]	Capacitance CY [nF]	R [mΩ]
1	Standard Version	2 x 10	100	2.2	1
2	Standard Version	2 x 4	100	2.2	1
4	Standard Version	2 x 1.5	100	2.2	1
6	Standard Version	2 x 0.8	100	2.2	1
8	Standard Version	2 x 0.6	100	2.2	1
10	Standard Version	2 x 0.3	100	2.2	1
1	Medical Version (M5)	2 x 10	100	-	1
2	Medical Version (M5)	2 x 4	100	-	1
4	Medical Version (M5)	2 x 1.5	100	-	1
6	Medical Version (M5)	2 x 0.8	100	-	1
8	Medical Version (M5)	2 x 0.6	100	-	1
10	Medical Version (M5)	2 x 0.3	100	-	1
1	Medical Version (M80)	2 x 10	100	0.47	1

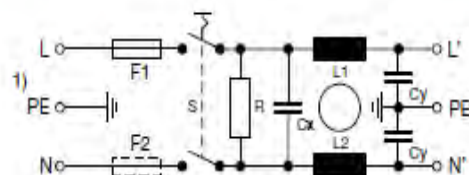
## Power Entry Modules with Line Filter

www.schurter.com / PG08

DD12

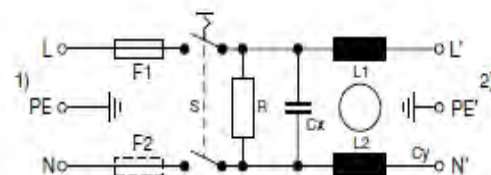
### Diagrams

Standard version  
non-illuminated



1) Line  
2) Load

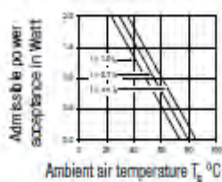
Medical version M5  
non-illuminated



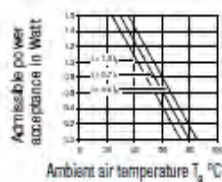
1) Line  
2) Load

### Derating Curves

1-pole



2-pole

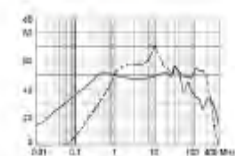


### Attenuation Loss

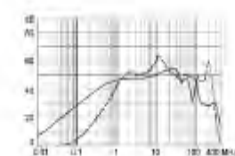
Standard version

----- 50Ω differential mode    ——— 50Ω common mode

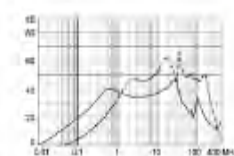
1 A



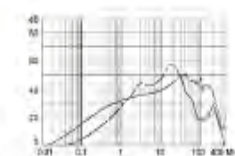
2 A



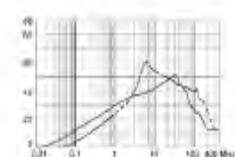
4 A



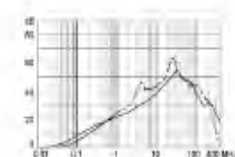
6 A



8 A



10 A



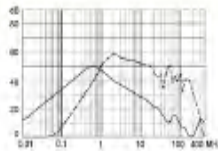


## DD12

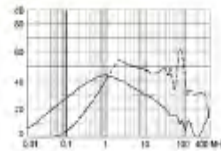
Power Entry Modules with Line Filter  
www.schurter.com / PG06

Medical version (M5)

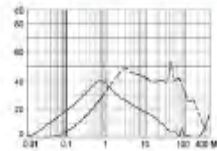
1 A



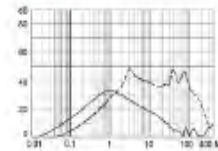
2 A



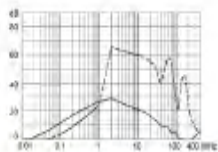
4 A



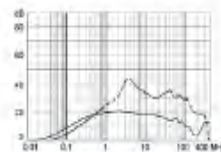
6 A



8 A



10 A



### All Variants

Rated Current [A]	Filter-Type	Fuseholder	Line Switch	Illumination	Order Number
1	Standard Version	1-pole	2-pole	non-illuminated	DD12.1111.111
2	Standard Version	1-pole	2-pole	non-illuminated	DD12.2111.111
4	Standard Version	1-pole	2-pole	non-illuminated	DD12.4111.111
6	Standard Version	1-pole	2-pole	non-illuminated	DD12.6111.111
8	Standard Version	1-pole	2-pole	non-illuminated	DD12.8111.111
10	Standard Version	1-pole	2-pole	non-illuminated	DD12.9111.111
1	Standard Version	2-pole	2-pole	non-illuminated	DD12.1121.111
2	Standard Version	2-pole	2-pole	non-illuminated	DD12.2121.111
2	Standard Version	2-pole	2-pole	illuminated, red	DD12.2122.111
2	Standard Version	2-pole	2-pole	illuminated, green	DD12.2124.111
4	Standard Version	2-pole	2-pole	non-illuminated	DD12.4121.111
6	Standard Version	2-pole	2-pole	non-illuminated	DD12.6121.111
6	Standard Version	2-pole	2-pole	illuminated red	DD12.6123.111
8	Standard Version	2-pole	2-pole	non-illuminated	DD12.8121.111
10	Standard Version	2-pole	2-pole	non-illuminated	DD12.9121.111
1	Medical Version (M5)	2-pole	2-pole	non-illuminated	DD12.1321.111
2	Medical Version (M5)	2-pole	2-pole	non-illuminated	DD12.2321.111
4	Medical Version (M5)	2-pole	2-pole	non-illuminated	DD12.4321.111
6	Medical Version (M5)	2-pole	2-pole	non-illuminated	DD12.6321.111
8	Medical Version (M5)	2-pole	2-pole	non-illuminated	DD12.8321.111
10	Medical Version (M5)	2-pole	2-pole	non-illuminated	DD12.9321.111
1	Medical Version (M80)	2-pole	2-pole	non-illuminated	DD12.1621.111

Most Popular:

Availability for all products can be searched real-time: <http://www.schurter.com/en/Stock-Check/Stock-Check> SCHURTER

10 A version only IEC approval.

Packaging unit 20 Pcs



## Power Entry Modules with Line Filter




www.schurter.com / PC08

DD12

### Required Accessory

Description	
	Fusedrawer 2 Fusedrawer for Fuse Links 5x20 mm, with or without Voltage Selector Insert
	Fingergrip, 2-pole 4301.1401
	Extra-Safe, 2-pole 4301.1402
	Fingergrip, 1-pole 4301.1405
	Extra-Safe, 1-pole 4301.1407

### Accessories

	Wire Harness Wire harness for SCHURTER products
	Assorted Covers Rear Cover
	4859.0076
	Cord retaining kits Cord retaining strain relief
	Flat head, A 4700.0001

### Mating Outlets/Connectors

Category / Description	
	Appliance Outlet Overview complete
	IEC Appliance Outlet F, Screw-on Mounting, Front Side, Solder Terminal 4783
	IEC Appliance Outlet F, Snap-In Mounting, Front Side, Solder or Quick-connect Terminal 4788
	IEC Appliance Outlet F or H, Screw-on Mounting, Front Side, Solder, PCB or Quick-connect Terminal 5201
	Appliance Outlet further types to DD12
	Connector Overview complete
	4782 Mounting: Power Cord, 3 x 1 mm <sup>2</sup> / 3 x 18 AWG, Cable, Connector: IEC C13 4782
	4022 Mounting: Power Supply Cord, 3 x 1.5 mm <sup>2</sup> , Screw clamps, Connector: IEC C13 4022
	4785 Mounting: Power Cord, 3 x 1 mm <sup>2</sup> / 3 x 18 AWG, Cable, Connector: IEC C13 4785
	4300-06 Mounting: Power Cord, 3 x 1 mm <sup>2</sup> / 3 x 18 AWG, Cable, Connector: IEC C13 4300-06
	4012 Mounting: Power Supply Cord, 3 x 1.5 mm <sup>2</sup> , Screw clamps, Connector: IEC C13 4012
	Connector further types to DD12

## DD12

Power Entry Modules with Line Filter  
www.schurter.com / PC06

Mating Outlets/Connectors shuttered



Power Cord Overview complete

WAC13KS, Overview, diverse Connector EC C13, cord end:  
Power Cord further types to DD12

WAC13KS

## Mouser Electronics

Authorized Distributor

Click to View Pricing, Inventory, Delivery & Lifecycle Information:

Schurter:

[DD12.1111.111](#) [DD12.1121.111](#) [DD12.1321.111](#) [DD12.2111.111](#) [DD12.2121.111](#) [DD12.2321.111](#) [DD12.4111.111](#)  
[DD12.4121.111](#) [DD12.4321.111](#) [DD12.6111.111](#) [DD12.6121.111](#) [DD12.6321.111](#) [DD12.9111.111](#) [DD12.9121.111](#)  
[DD12.9321.111](#) [DD12.6123.111](#) [DD12.8121.111](#) [DD12.8111.111](#) [DD12.8321.111](#)

## Ventilador

**SUNON.**

### DR MagLev Motor Fan

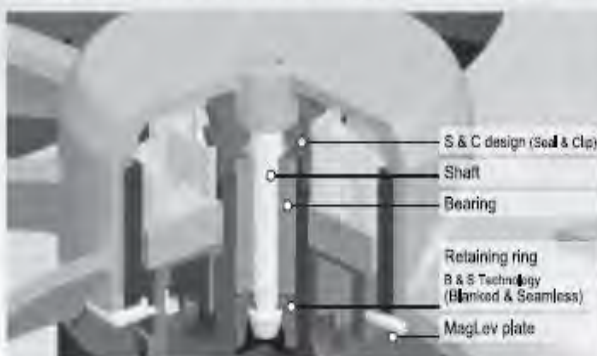
[ DR MagLev = Dust-Resistance MagLev ]

#### Advantages

Sunon DR MagLev (Dust-Resistance MagLev) Motor Fan uses the MagLev technology with new design features of dust-resistance and S&C (seal & clip).

After 8 years of development and testing, Sunon's DR MagLev Motor Fan is being introduced with five advantages: prevents the stator and impeller from moving, better oil leak prevention, better dust-resistance, higher reliability, and longer life expectancy.

#### Design Concepts and Characteristics of DR MagLev



The two innovative design concepts of DR MagLev development are B&S (Blanked & Seamless) Technology and S&C (Seal & Clip) Design.

These innovative designs bring three excellent efficiencies to extend fan life:

1. To avoid dust invasion and extend motor life.
2. To prevent oil leakage.
3. To prevent the motor components from falling off.

(Note: The design concepts of DR MagLev Motor are suitable for every kind of motor and product size. The structures are different from the above picture, which was made when the DR MagLev design was applied to different motors.)

#### Characteristic 1

The innovative S&C Design provides the best resistance to dust invasion,

#### Characteristic 2

DR MagLev's one-piece structure with the B&S Technology and S&C Design provides the best prevention of oil leakage.

#### Characteristic 3

The S&C Design strengthens the locked position of both motor and stator to avoid stator and impeller from moving due to temperature changes. This allows the product to be more stable and run longer.

#### SUNON Innovative S&C Design





## SUNON Research Center

### about Sunon

Sunon was founded in 1980 and has always upheld the philosophy of "Brand, Innovation, and Value" for their business operations. From the start, the Sunon name has become an international trademark that is well recognized and featured on products sold worldwide. Over the years, Sunon has continuously focused on developing and making innovations for their core motor technology, leading the industry in product trends for motors, cooling fans, and cooling modules. Sunon is one of the few operations in the world with a motor R&D team and is fully capable of developing innovative new motor designs. Examples for the R&D efforts are the world's first MagLev design and Sunon Mighty Mini series, featuring a compact sub-centimeter size that is the world's smallest and thinnest fan. Today, Sunon is the worldwide leader in precision motors and micro miniature fans, and is widely recognized by the industry as the designated partner for various multinational corporations. Sunon products are widely used in various applications and industries such as information technology, network communications, optoelectronics, and automobile electronics industries, as well as in industrial production equipment, medical equipment, home applications, OA machines, and others.

### Sunon Research Center the Driving Engine for Inventions and Innovations

Sunon established the "Sunon Research Center" in Kaohsiung in 2002 to promote and execute the innovation blueprint for Sunon Group. Research labs and engineers from Europe, America, Japan, and China are centralized to form a worldwide technological service network for quick and efficient services.

#### Key Modules for Innovating Core Motor Technology

Sunon has been researching their motor technology for over 30 years and adhering to the Sunon R&D Trinity as their innovation roadmap, focusing on the three major technology fields of "Motor Research," "Motor Applied Research," and "Total Thermal Solution." Sunon strives to expand the endless possibilities and optimization of motor applications and will continue to make breakthroughs and product innovations. The efforts will push Sunon to the front of the technology curve and clients will be able to realize their future dream products with the three key Sunon products of motors, cooling fans, and cooling modules.

Sunon has the capacity to design and implement the complete magnetic, mechanical, and driving circuit of a motor to conform to client design specifications. With the efforts of the mechanism and electrical circuit engineering teams, Sunon recognizes the needs of their clients regarding cooling modules and can provide flexible designs for high performance and high quality cooling fans. Sunon utilizes advanced simulation systems and analysis projects that result in an even more accurate heat analysis and heat dissipation design for the system. Subsequently the most efficient total thermal solution can be provided to the client.



## SUNON Sound Quality

### SUNON Sound Quality Analysis and Research

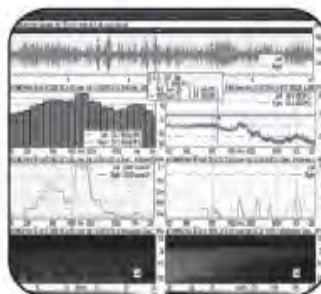
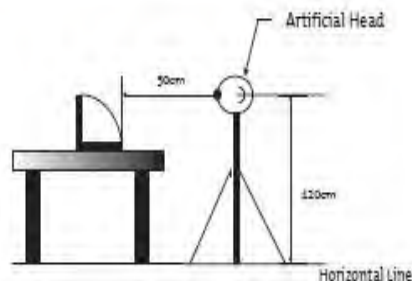
Sunon introduced acoustics engineering in the year 2000 to transform the traditional school of Sound Pressure and Sound Power into the more advanced theory of Sound Quality. Sunon's Sound Quality analysis and research is performed by Head Measurement System (HMS). The HMS system records and simulates the auditory senses of the human ears, where the sounds, vibration, rotation speed, and electrical signals are measured. The software subsequently performs time domain and sound quality parameter analysis to assist the acoustics engineers in allowing Sunon products to feature a more favorable sound quality. The expertise and experience of the acoustics engineer combined with the software analysis will result in an even more user-friendly environment that is rivaled by none.

#### Sound Quality Testing

Sound quality is measured in an semi anechoic chamber by means of Head Measurement System (HMS).

The Sound quality of fans can be described according to the objective parameter of sound (Loudness, Tonality, Roughness/Fluctuation, Sharpness).

After the recording of acoustic signals, the data is performed the FFT, order Psycho acoustic And modulation analyses and playback diagnosis in order to improve the sound quality of fans.



#### The mobile Sound Quality Laboratory SQLab II

SQLab II is a compact, mobile multi-channel measurement system for acoustic analysis, vibration investigation and sound design. It is used wherever investigation of sound quality should be combined with vibrational measurements.

The comparison of vibrational measurements with acoustic signals enables the user to draw direct conclusions from sound sources and their sound quality. For this purpose, SQLab II is able to measure aurally-accurate recordings of sound events using an Artificial Head and vibration data with accelerometers, etc. at the same time. Thus, correlations between the subjective aural impressions of sound events (airborne sound) and the related sources (vibration, solid-borne sound) as well as transfer mechanisms become apparent. This is the basis for sound optimization. Moreover, SQLab II can be used as a "stethoscope" for error analysis.

#### The Analysis Software

It can analyze, filter, display and document acoustic and vibration measurement data in a wide range of modes. Yet an outstanding feature of this software is the possibility of including the aural sense of the human user in signal analysis.

#### HEADphone Playback System

The digital 24 bit HEADphone Playback System HPS IV is complementary to the Head Measuring System HMS III. Conditioning of audio data for aurally-accurate playback is via equalization of the acoustic signal in the programmable Equalizer PEQ IV, with subsequent amplification via the Power Amplifier PVA IV.2. Two electrostatic headphones can be connected to the playback system, which are individually calibrated and correspondingly driven.



## SUNON Total Thermal Solution

### SUNON Total Thermal Solution

Sunon introduced its first chip cooling module in 1993, it has continued to rely on its impressive R&D team to also succeed in the laptop computer cooling module market. Sunon's innovative technology and superior design talent have consistently won customers' trust. In addition to Sunon's cutting-edge cooling fan products, it also offers laptop, VGA card, Desk Top, and server product designs. Sunon's cooling module product line ranges from low-end to high-end, enabling it the ability to provide customers with "Total Thermal Solutions."

#### Sophisticated Tools Strengthen Design and Quality

Apart from optimized design and superior R&D, we use infrared (IR) thermal imagers in module design work to make precise measurements of module temperatures, thereby avoiding the use of conventional thermocouples to measure temperatures. Our R&D personnel can instead rely on IR images to get a clear understanding of system temperature distribution. The data from our thermal imaging reports allow us to provide a clear system-wide thermal and cooling design analysis. In order to give customers the best quality guarantee, we go well beyond industry standards in production, assembly, inspection equipment design and deployment. We have also committed large amounts of manpower and material resources, and adopted the newest hardware and software equipment in our quest for quality. For instance, our thermal inspection systems can fully simulate thermal resistance measurements and pressure settings within systems and measure thermal resistance simultaneously at six different points. Precise measurements of pressure settings enable simulation of pressure within the system, making measurements even more accurate and protecting product quality by ensuring that excessive pressure doesn't cause product deformation. Furthermore, independent bar codes on each product ensure effective product tracking and improve the quality of after-sales service. We can satisfy our customers' needs for various types of customized cooling modules while meeting the highest quality requirements.



Structural Simulation analysis



Magnetization Simulation analysis



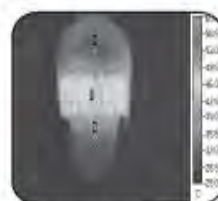
Fluid dynamic analysis



3D model

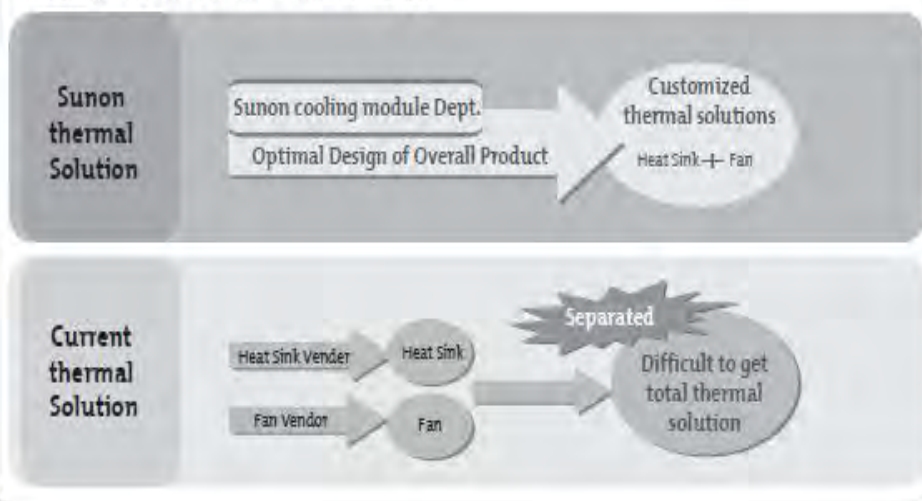


Thermal analysis



IR thermograph inspect

#### Advantage for Sunon Thermal Solutions Design



## SUNON Production Network

### Sunon Reliability Verification System

Sunon has 5 reliability testing labs worldwide equipped with the topmost precision verification instruments for testing from the design phase, through pre-production, and into mass production. The complete verification system is computerized and fully automated for precise analysis of product reliability and quality satisfaction to meet the market requirements.

### Sunon Production Network

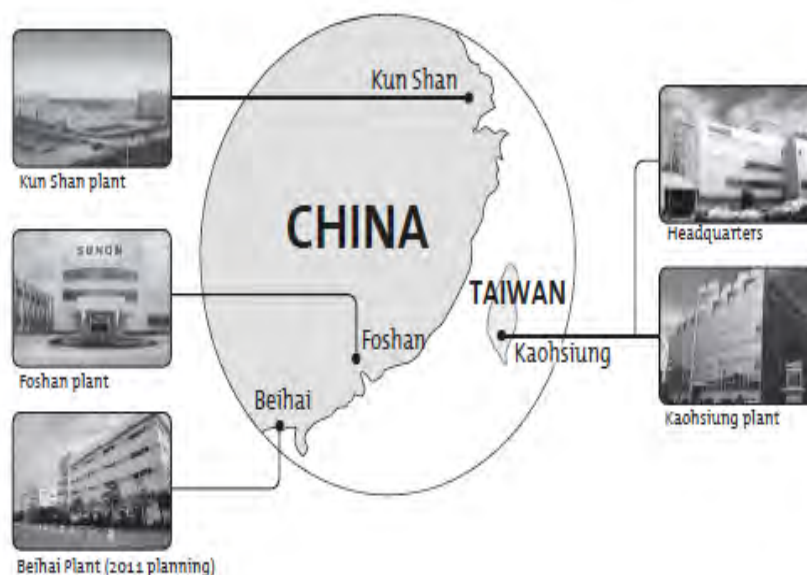
Sunon Group has a total of four manufacturing plants located in both China and Taiwan for production of 8mm~250mm series of fan products, 0.1Watt~60Watt of motor products, and various cooling module products. The overall monthly production output capacity is 20 million units.

In addition to the MES system that provides clients with the best manufacturing quality, Sunon goes well beyond industry standards in production, assembly, inspection equipment design and deployment. Sunon has also committed large amounts of manpower and material resources, and adopted the newest hardware and software equipment, in our quest for quality. For example, an automated production line for cooling products, the self-developed automated inspection machine for the production line, a heat inspection system capable of six simultaneous measurements, and an independent barcode with each cooling product indicate Sunon's commitment.

Sunon manufacturing bases have obtained certifications for QS9000, ISO9001, ISO14001, ISO/TS16949, OHSAS18001 and IECQ QC080000. Each product has passed UL, TUV, VDE, CCC, CSA certifications and so on.

All Sunon products are RoHS compliant from design phase to mass production. Sunon is the long-term green partner for SONY, CANON, SAMSUNG and various other multinational companies

Sunon deeply recognizes its corporate duty to protect our earth and the ecosystem and to reduce the use of materials that impact the environment. In light of this, Sunon has been actively promoting green product design, green purchasing, and green manufacturing reforms. All current product series conform to EU RoHS and China RoHS, and Sunon has been selected as the green environment partner for multinational corporations such as SONY, CANON, and SAMSUNG. All of the aforementioned efforts will result in greener products that have the least impact on the worldwide environment.





## SUNON. New Model Numbering System

M E 80 25 1 V 1 - 0000 - 999

### Function Code

999: standard model  
A99: AutoRestart  
C99: F type (3rd wire)  
D99: with PWM  
F99: AutoRestart and R type(3rd wire)  
G99: AutoRestart and F type(3rd wire)  
H99: AutoRestart and with PWM  
Q99: AutoRestart , R type and with PWM  
S99: AutoRestart , F type and with PWM

### Customer Code

0000 stand for standard model

### Speed

X: Super High 3: Low  
1: High 4: Super Low  
2: Medium

### Bearing

V: Vapo 5: Sleeve  
B: 2 Ball

### Voltage

0: 5VDC 3: 36VDC  
1: 12VDC 4: 48VDC  
2: 24VDC

### Fan Thickness

0~9; A~Z (except O)

### Frame Size

0~9; A~Z (except O)

### Motor Type

Series Code  
E Series P Series  
M Series

Code	Size(mm)	Code	Size(mm)	Code	Size(mm)	Code	Size(mm)
D1~D9	01~09	A0~A9	100~109	K0~K9	200~209	V0~V9	300~309
10~19	10~19	B0~B9	110~119	L0~L9	210~219	W0~W9	310~319
20~29	20~29	C0~C9	120~129	M0~M9	220~229	X0~X9	320~329
30~39	30~39	D0~D9	130~139	N0~N9	230~239	Y0~Y9	330~339
40~49	40~49	E0~E9	140~149	P0~P9	240~249	Z0~Z9	340~349
50~59	50~59	F0~F9	150~159	Q0~Q9	250~259		
60~69	60~69	G0~G9	160~169	R0~R9	260~269		
70~79	70~79	H0~H9	170~179	S0~S9	270~279		
80~89	80~89	I0~I9	180~189	T0~T9	280~289		
90~99	90~99	J0~J9	190~199	U0~U9	290~299		

## Certification



## Safety



\* Note: For critical or extreme environments, including non stop operation, please contact Sunon and we will gladly provide assistance with your product selection to ensure an appropriate cooling product for your application.

\* Note: The "Life Expectancy" of the fan has not been evaluated for use in combination with any end application. Therefore, the Life Expectancy Test Reports(L10 and MTF Report) that relate to the fan are only for reference.

50x50x10 mm

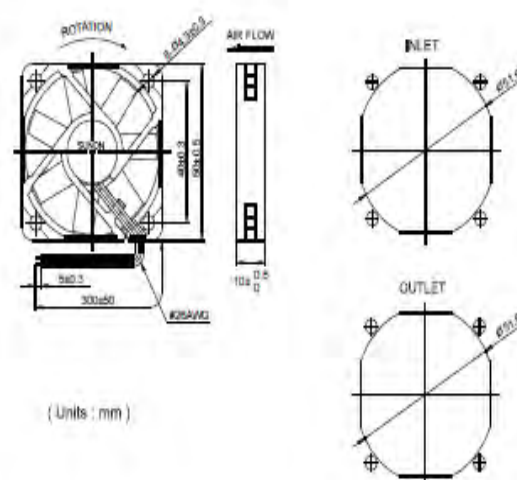
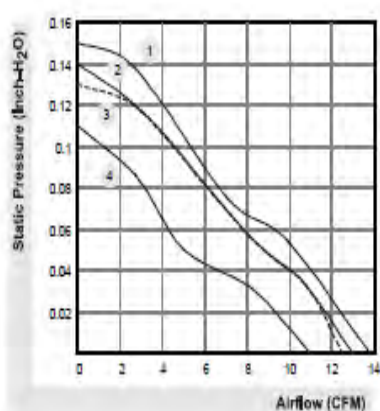
11.0~13.8 CFM



	Bearing	Rating Voltage (VDC)	Power Current (mA)	Power Consumption (WATTS)	Speed (RPM)	Air Flow (CFM)	Static Pressure (inch-H <sub>2</sub> O)	Noise (dBA)	Weight (g)	Curve
ME50100V1-0000-A99	● VAPO	5	260	1.30	5200	13.0	0.14	30.0	17.5	2
MB50100V2-0000-A99	●	5	235	1.18	4300	11.0	0.11	26.0	21.0	4
ME50101V1-0000-A99	●	12	110	1.32	5500	13.8	0.15	31.0	17.5	1
MB50101V2-0000-A99	●	12	105	1.26	4300	11.0	0.11	26.0	20.0	4

Model	2BALL Sleeve	(VDC)	(ml)	(WATTS)	(RPM)	(CFM)	(inch-H <sub>2</sub> O)	(dBA)	(g)	Curve
EE50100S1-0000-A99	○	5	275	1.38	5200	13.0	0.14	30.0	17.5	2
EB50100S2-0000-A99	○	5	245	1.23	4300	11.0	0.11	26.0	21.0	4
EE50101S1-0000-A99	○	12	110	1.32	5000	12.5	0.13	29.0	17.5	3
EB50101S2-0000-A99	○	12	120	1.44	4300	11.0	0.11	26.0	20.0	4



\*Specifications are subject to change without notice. Please Visit SUNON web site at <http://www.sunon.com> for update information.



**Sunonwealth Electric Machine Industry Co., Ltd. (Headquarters)**

TEL: +886-7-8135888  
URL: [www.sunon.com](http://www.sunon.com)  
E-mail: [sunon@email.sunon.com.tw](mailto:sunon@email.sunon.com.tw)

**Sunon Inc. (U.S.A.)**

TEL: +1-714-255-0208  
URL: [www.sunonusa.com](http://www.sunonusa.com)  
E-mail: [info@sunon.com](mailto:info@sunon.com)

**Sunon SAS (Europe)**

TEL: +33-1-46154515  
URL: [www.sunoneurope.com](http://www.sunoneurope.com)  
E-mail: [info@sunoneurope.com](mailto:info@sunoneurope.com)

**Sunon Corporation (Japan)**

TEL: +81-3-5395-3069  
URL: [www.sunon.co.jp](http://www.sunon.co.jp)  
E-mail: [info@sunon.co.jp](mailto:info@sunon.co.jp)

**Sunon China (Shen Zhen Office)**

TEL: +86-755-26880688  
E-mail: [sunon@email.sunon.com.tw](mailto:sunon@email.sunon.com.tw)  
URL: [www.sunon.com.cn](http://www.sunon.com.cn)

**Sunonwealth Electric Machine Industry (HK) Ltd. (Hong Kong)**

TEL: +852-24-111-388  
E-mail: [info@sunon.com.hk](mailto:info@sunon.com.hk)

**Sunon Taipei Office (Taipei)**

TEL: 02-27992383

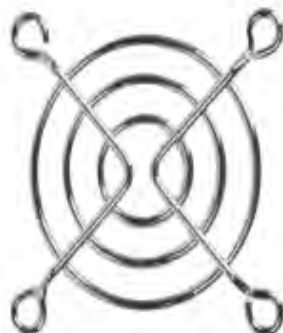


## Rejilla de protección para ventilador

### Fan Finger Guard Chrome, Metal

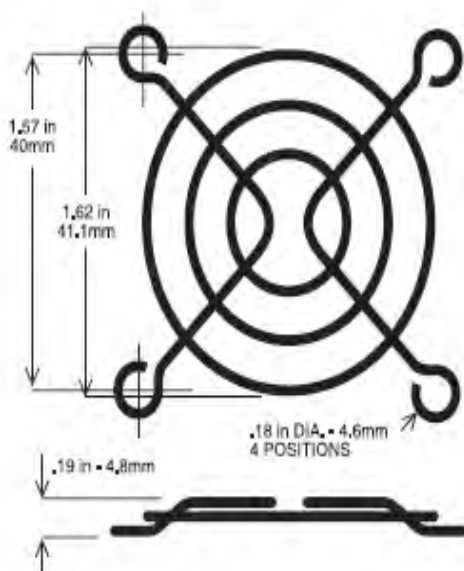
**multicomp**

**RoHS  
Compliant**



#### Specifications:

For Use With	: Fans
Fan Size	: 50mm
Guard Material	: Steel
Colour	: Bright
Depth	: 4.8mm
External Height / Width	: 41.1mm
Fan Type	: Axial
Material	: Metal
Plating	: Bright nickel chrome
Ring Dia	: 1.6mm
Rib Dia	: 1.6mm



Dimensions : Inches (Millimetres)

#### Part Number Table

Description	Part Number
Fan Finger Guard, Metal, 50mm, Silver	MCSC50-W2

**Important Notice :** This data sheet and its contents (the "Information") belong to the members of the Premier Farnell group of companies (the "Group") or are licensed to it. No licence is granted for the use of it other than for information purposes in connection with the products to which it relates. No licence of any intellectual property rights is granted. The Information is subject to change without notice and replaces all data sheets previously supplied. The Information supplied is believed to be accurate but the Group assumes no responsibility for its accuracy or completeness, any error in or omission from it or for any use made of it. Users of this data sheet should check for themselves the information and the suitability of the products for their purpose and not make any assumptions based on information included or omitted. Liability for loss or damage resulting from any reliance on the information or use of it (including liability resulting from negligence or where the Group was aware of the possibility of such loss or damage arising) is excluded. This will not operate to limit or restrict the Group's liability for death or personal injury resulting from its negligence. Multicomp is the registered trademark of the Group. © Premier Farnell plc 2012.

www.element14.com  
www.farnell.com  
www.newark.com

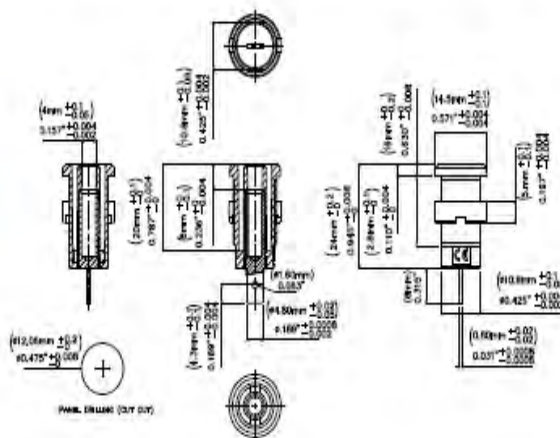
**multicomp**

## Bananas para conexión de fuente externa

	<b>Technical Data Sheet</b>
	<b>Model 72913</b> <b>Panel Mt IEC61010 4mm (0.16in) Jack for Sheathed Banana Plugs</b>



**Model 72913**  
**Panel Mount IEC61010 4mm (0.16in) Jack for Sheathed Banana Plugs**



### Features

- Panel Mt. IEC61010 4mm (0.16in) Jack for Sheathed Banana Plugs.
- Solder Tab.

### Materials

- Body: Polyamide
- Nut: Nickel-plated
- Solder Tab: Gold-plated Nickel Brass

### Specifications

Max Current	36A
Max Voltage	1000 V CAT III
Max Resistance	Less than 5 mΩ

### Ordering Information

Model: 72913-\*

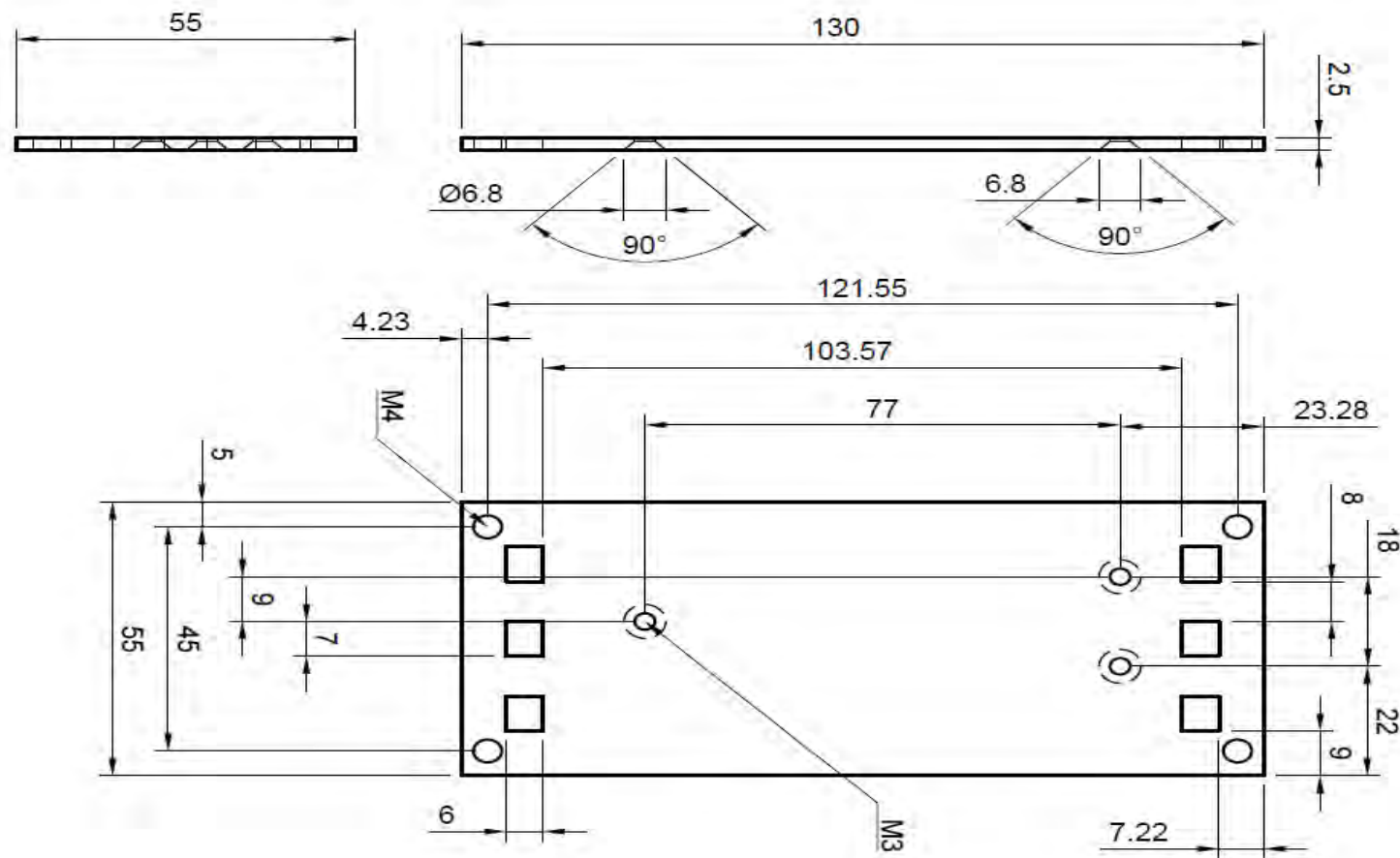
\* = Color; Sold in packages of 10 pieces.

Available colors: Black (-0), Red (-2)

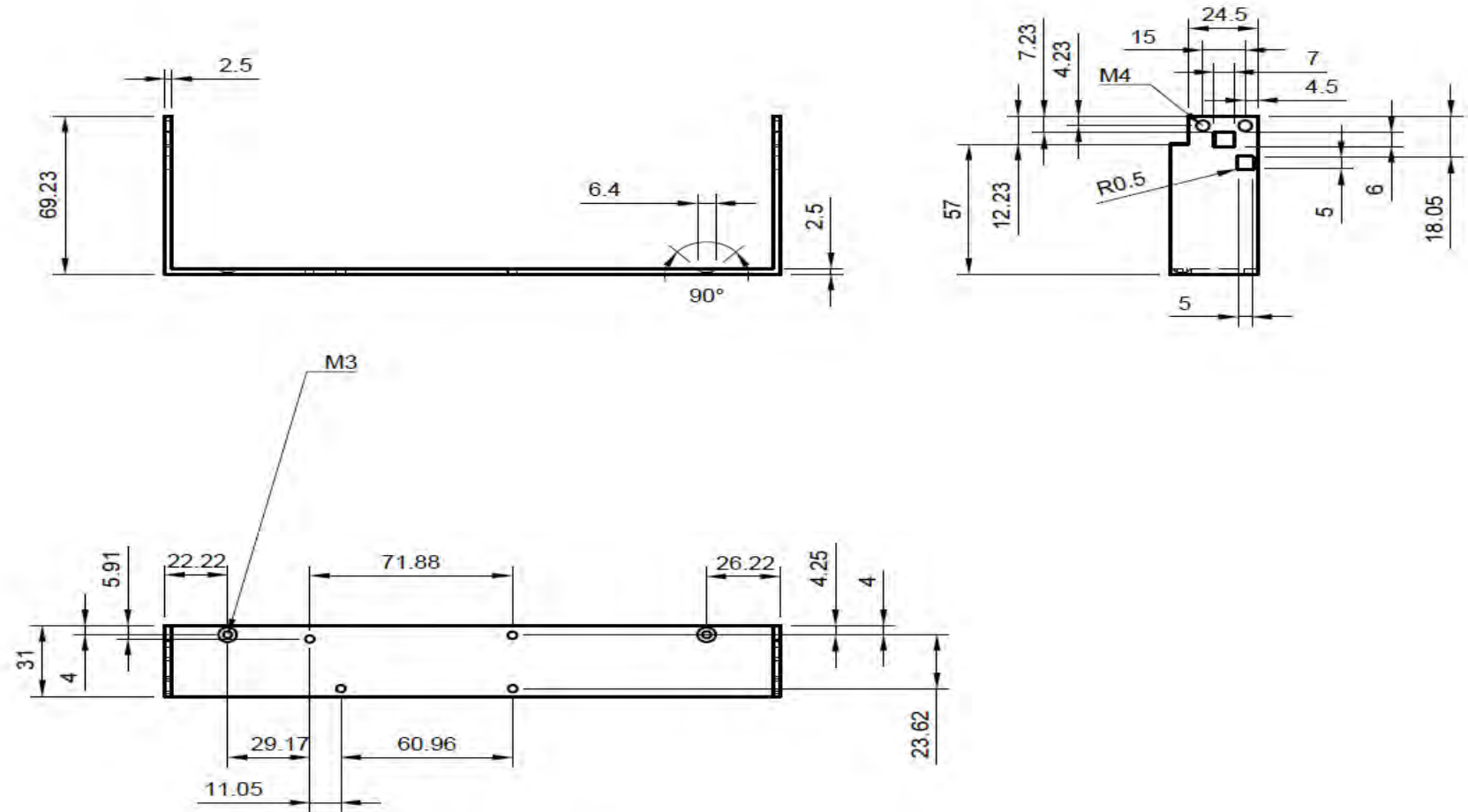
USA: Sales: 800-490-2381  
 Technical Support: [technicalsupport@pomonatest.com](mailto:technicalsupport@pomonatest.com)  
 Fax: 425-448-5844  
 Europe: 31-(0) 40 2875 150 International: 425-448-5500  
 Where to Buy: [www.pomonaelectronics.com](http://www.pomonaelectronics.com)

All dimensions are in inches. Tolerances (except noted): .xx = ±.02" (.51 mm), .xxx = ±.005" (.127 mm). All specifications are to the latest revisions. Specifications are subject to change without notice. Registered trademarks are the property of their respective companies.

## Soporte para fuente de alimentación LRS – 100

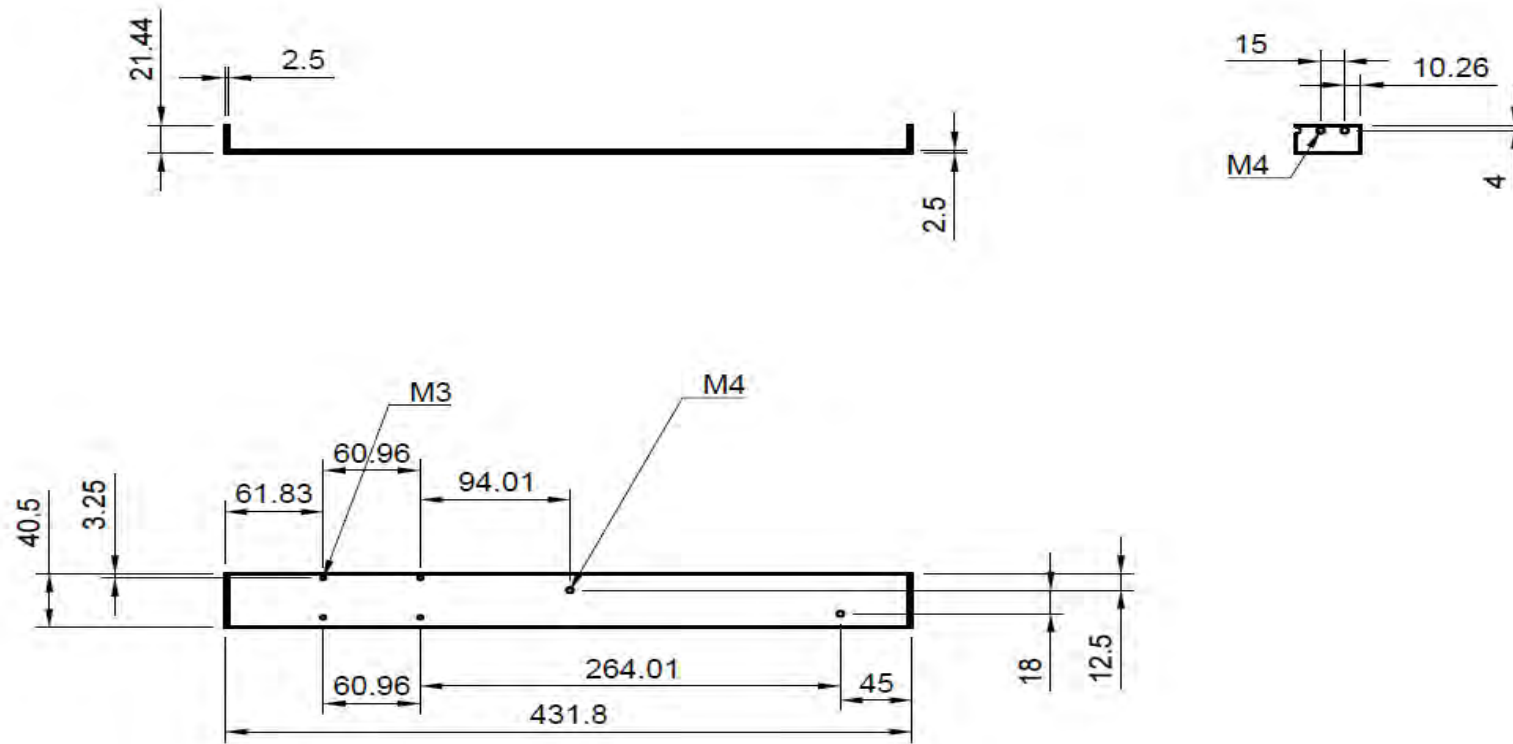


## Soporte para fuente de alimentación HSP – 200

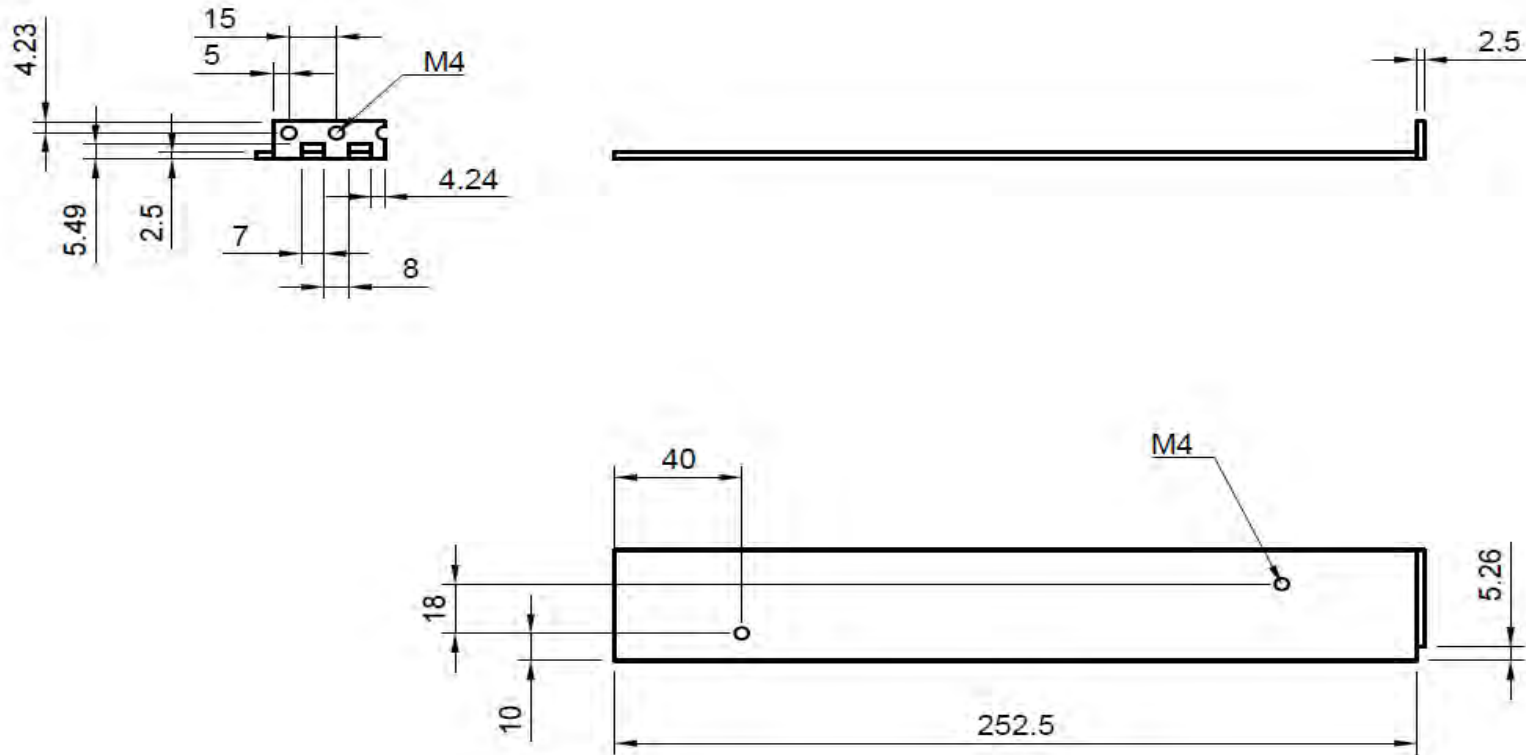




## Soporte para fuente de alimentación RSP – 500







## Conector tubular

Order Code	Ø Connecting Bolt	Nominal Cross-Section (mm²)	Dimensions (in mm)					Packaging Unit
			ØID	L <sub>1</sub>	W	L <sub>2</sub>	ØD	
55803015	M3	1,5	1,5	12,0	6,5	8,0	3,2	100
55803025	M3	2,5	2,3	12,0	7,5	8,0	3,2	100
55804025	M4	2,5	2,3	13,0	7,5	8,0	4,3	100
5580404	M4	4,0	3,0	17,0	8,5	8,0	4,3	100
5580406	M4	6,0	3,5	19,0	10,0	8,5	4,3	100
5580506	M5	6,0	3,5	21,0	10,0	9,5	5,3	100
5580510	M5	10	4,5	22,5	12,0	10,5	5,3	100
5580516	M5	16	5,5	26,0	12,0	13,0	5,3	100
5580610	M6	10	4,5	22,5	12,0	10,5	6,4	100
5580616	M6	16	5,5	27,0	12,0	13,0	6,4	100
5580625	M6	25	7,0	30,0	14,0	15,0	6,4	100
5580635	M6	35	8,5	32,5	17,0	17,0	6,4	100
5580825	M8	25	7,0	32,5	16,0	15,0	8,4	100
5580835	M8	35	8,5	35,0	17,0	17,0	8,4	100
5580850	M8	50	10,0	37,0	20,0	19,0	8,4	100
5580870	M8	70	12,0	43,0	24,0	21,0	8,4	100
5581050	M10	50	10,0	39,0	20,0	19,0	10,5	100
5581070	M10	70	12,0	45,0	24,0	21,0	10,5	100
5581095	M10	95	13,5	48,0	26,0	25,0	10,5	50

Surface coating: Tin-plated

Wüth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG  
EMC & Inductive Solutions

Max-Byth-Str. 1  
74638 Waldenburg  
Germany  
com. +49 79 42 945 - 0

www.we-online.de  
eiSos@we-online.de

**WÜTH ELEKTRONIK**

CREATED: DaF  
CHECKED: SKJ  
GENERAL TOLERANCE: DIN ISO 2768-1m  
PROJECTION METHOD: 3:1

DESCRIPTION: **WaCLUG Cable Lug, Tubular**

MATERIAL: CU-EPT, EN13600

ORDER CODE: 558 XXXXX

SIZE: XXX XXX XXX  
WEIGHT: XXX  
STATUS: Released  
DATE: 2015-06-09  
BUSINESS UNIT: eiCan  
PAGE: 1 / 1

This electronic component has been designed and developed for usage in general electronic equipment only. This product is not authorized for use in equipment where a higher safety standard and reliability standard is especially required or where a failure of the product is reasonably expected to cause severe personal injury or death, unless the parties have executed an agreement specifically governing such use. Moreover Wüth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG products are neither designed nor intended for use in areas such as military, aerospace, aviation, nuclear control, submarine, transportation, automotive control, train control, ship control, transportation signal, disaster prevention, medical, public information network etc. Wüth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG must be informed about the kind of such usage before the design is stage. In addition, sufficient reliability evaluation checks for safety must be performed on every electronic component which is used in electrical circuits that require high safety and reliability functions or performance.

## Conector Crimp hembra

### Crimp Terminal



#### Specifications:

Maximum electric current	AWG	18	14
	Amperes	10	15
Maximum electrical rating	: 105°C 600 volts		
Insulation material	: Nylon		
Insulation colour	: Blue		
Terminal material	: Brass		
Wire range	: 16 to 14 AWG (1.5 to 2.5mm <sup>2</sup> )		
NEMA tab	: 0.02" x 0.187" (0.5mm x 4.75mm)		
Terminal surface treatment	: Tin plated		
Terminal thickness	: 0.35mm		



Dimensions : Millimeters

#### Part Number Table

Description	Part Number
Crimp Terminal, Female, Blue, PK 100	FDFNY2-187(5)A

**Important Notice :** This data sheet and its contents (the "Information") belong to the members of the Premier Farnell group of companies (the "Group") or are licensed to it. No licence is granted for the use of it other than for information purposes in connection with the products to which it relates. No licence of any intellectual property rights is granted. The Information is subject to change without notice and replaces all data sheets previously supplied. The Information supplied is believed to be accurate but the Group assumes no responsibility for its accuracy or completeness, any error in or omission from it or for any use made of it. Users of this data sheet should check for themselves the Information and the suitability of the products for their purpose and not make any assumptions based on information included or omitted. Liability for loss or damage resulting from any reliance on the Information or use of it (including liability resulting from negligence or where the Group was aware of the possibility of such loss or damage arising) is excluded. This will not operate to limit or restrict the Group's liability for death or personal injury resulting from its negligence. Multicomp is the registered trademark of the Group. © Premier Farnell plc 2012.

## Conector horquilla

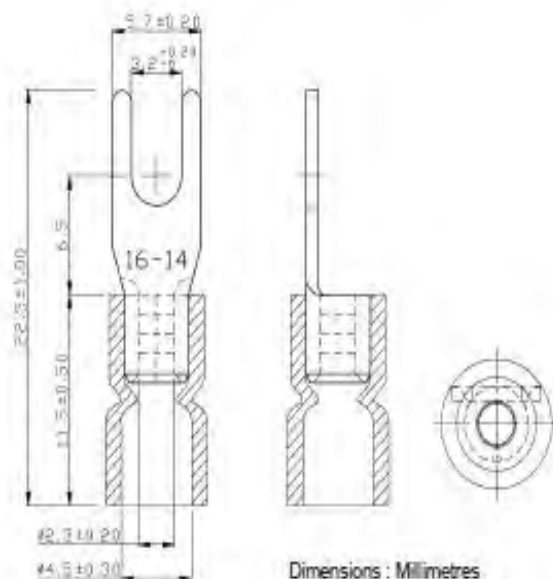
### Vinyl Insulated (Easy Entry) Spade Terminal Butted Seam

**multicomp**



#### Specifications:

Max. Electric Current	AWG	16	14
	AMP.	18	30
Max. Electrical Rating	: 105°C 600V Max.		
Insulation Material	: Vinyl		
Insulation Colour	: Blue		
Terminal Material	: Copper		
Wire Range	: 16AWG to 14AWG (1.5 - 2.5mm <sup>2</sup> )		
Terminal Surface Treatment	: Tin Plated		
Terminal Thickness	: 0.8mm		



#### Part Number Table

Description	Part Number
Vinyl Insulated (Easy Entry) Spade Terminals; Butted Seam, Blue	SVE2-3.2

Important Notice : This data sheet and its contents (the "Information") belong to the members of the Premier Farnell group of companies (the "Group") or are licensed to it. No licence is granted for the use of it other than for information purposes in connection with the products to which it relates. No licence of any intellectual property rights is granted. The Information is subject to change without notice and replaces all data sheets previously supplied. The Information supplied is believed to be accurate but the Group assumes no responsibility for its accuracy or completeness, any error in or omission from it or for any use made of it. Users of this data sheet should check for themselves the information and the suitability of the products for their purpose and not make any assumptions based on information included or omitted. Liability for loss or damage resulting from any reliance on the information or use of it (including liability resulting from negligence or where the Group was aware of the possibility of such loss or damage arising) is excluded. This will not operate to limit or restrict the Group's liability for death or personal injury resulting from its negligence. Multicomp is the registered trademark of the Group. © Premier Farnell plc 2012.



## Pin hembra y conector macho aéreo para el ventilador

### TERM. DE ENGASTE PARA CONECTOR 6740



#### SERIES 6742 – 6744 – 6748 . Para cable de 16 a 26AWG.

##### Características generales

- Engaste en cables de 16 a 26 AWG
- Uso en cajas paso 4.20 mm. series 6739 y 6740
- Contacto hembra estañado
- Máximo diámetro de aislante 3.10 mm. (0.122")

##### Materiales

- Contacto: Latón o bronce fosforoso estañado. Para otros baños consultar con el Departamento Comercial
- Temperatura de trabajo: de -40°C a +85°C

##### Dimensiones

##### Características eléctricas

- Corriente: < 9 A
- Resistencia de contacto: < 10 mΩ

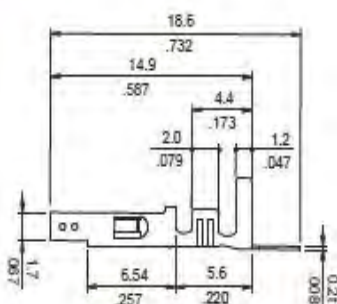
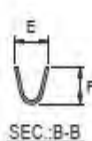
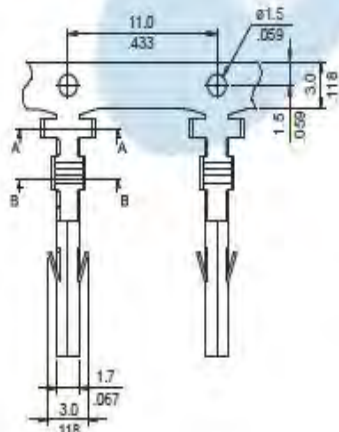
##### Mechanical features

- Vida útil recomendada: 25 ciclos
- Fuerza de retención del engaste:
 

11.00 Kgf	16 AWG	5.00 Kgf	22 AWG
9.00 Kgf	18 AWG	3.00 Kgf	24 AWG
7.00 Kgf	20 AWG	2.00 Kgf	26 AWG

Código	Material	Empaquetado	AWG	Diámetro aislante	Dimensiones			
					C	D	E	F
6742 - 2000	Latón	Cadena	22 - 26 AWG	0.9-1.8 (.035-.071)	3.4 (0.134)	3.3 (0.130)	2.5 (0.098)	2.3 (0.091)
6742 - 2001	Latón	Suelto	22 - 26 AWG	0.9-1.8 (.035-.071)	3.4 (0.134)	3.3 (0.130)	2.5 (0.098)	2.3 (0.091)
6744 - 2000	Latón	Cadena	18 - 22 AWG	1.3-3.1 (.051-.122)	4.0 (0.158)	4.5 (0.177)	2.5 (0.098)	2.3 (0.091)
6744 - 2001	Latón	Suelto	18 - 22 AWG	1.3-3.1 (.051-.122)	4.0 (0.158)	4.5 (0.177)	2.5 (0.098)	2.3 (0.091)
6742 - 2010	Bronce fosforoso	Cadena	22 - 26 AWG	0.9-1.8 (.035-.071)	3.4 (0.134)	3.3 (0.130)	2.5 (0.098)	2.3 (0.091)
6742 - 2011	Bronce fosforoso	Suelto	22 - 26 AWG	0.9-1.8 (.035-.071)	3.4 (0.134)	3.3 (0.130)	2.5 (0.098)	2.3 (0.091)
6744 - 2010	Bronce fosforoso	Cadena	18 - 22 AWG	1.3-3.1 (.051-.122)	4.0 (0.158)	4.5 (0.177)	2.5 (0.098)	2.3 (0.091)
6744 - 2011	Bronce fosforoso	Suelto	18 - 22 AWG	1.3-3.1 (.051-.122)	4.0 (0.158)	4.5 (0.177)	2.5 (0.098)	2.3 (0.091)
6748 - 2000	Latón	Cadena	16 AWG	1.8-3.1 (.071-.122)	4.0 (0.158)	4.5 (0.177)	2.8 (0.110)	2.6 (0.102)
6748 - 2001	Latón	Suelto	16 AWG	1.8-3.1 (.071-.122)	4.0 (0.158)	4.5 (0.177)	2.8 (0.110)	2.6 (0.102)
6748 - 2010	Bronce fosforoso	Cadena	16 AWG	1.8-3.1 (.071-.122)	4.0 (0.158)	4.5 (0.177)	2.8 (0.110)	2.6 (0.102)
6748 - 2011	Bronce fosforoso	Suelto	16 AWG	1.8-3.1 (.071-.122)	4.0 (0.158)	4.5 (0.177)	2.8 (0.110)	2.6 (0.102)
6744 - 2000HC**	Cobre ACE*	Cadena	18 - 22 AWG	1.3-3.1 (.051-.122)	4.0 (0.158)	4.5 (0.177)	2.5 (0.098)	2.3 (0.091)
6744 - 2001HC**	Cobre ACE*	Suelto	18 - 22 AWG	1.3-3.1 (.051-.122)	4.0 (0.158)	4.5 (0.177)	2.5 (0.098)	2.3 (0.091)
6748 - 2000HC**	Cobre ACE*	Cadena	16 AWG	1.8-3.1 (.071-.122)	4.0 (0.158)	4.5 (0.177)	2.8 (0.110)	2.6 (0.102)
6748 - 2001HC**	Cobre ACE*	Suelto	16 AWG	1.8-3.1 (.071-.122)	4.0 (0.158)	4.5 (0.177)	2.8 (0.110)	2.6 (0.102)

\*\* Cobre de alta conducción eléctrica





## CONECTORES DE POTENCIA



### SERIE 6740. Para alta corriente / alta densidad

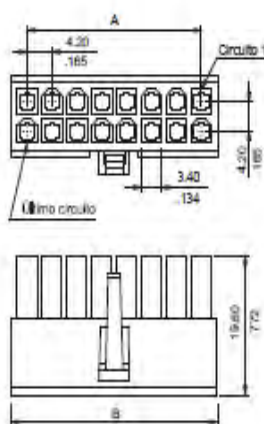
#### Características

- Disponible de 2 a 24 circuitos
- Polarización integralmente moldeada
- Material: nylon UL 94 V-2, o, nylon UL 94V-0 disponible en color natural. Anclaje positivo (retención por uñeta)
- Aéreos o para acoplamiento a PCB
- Distribución entre circuitos 4.2 mm.
- Se complementa con terminales series: 6741, 6742, 6743, 6744, 6747 y 6748

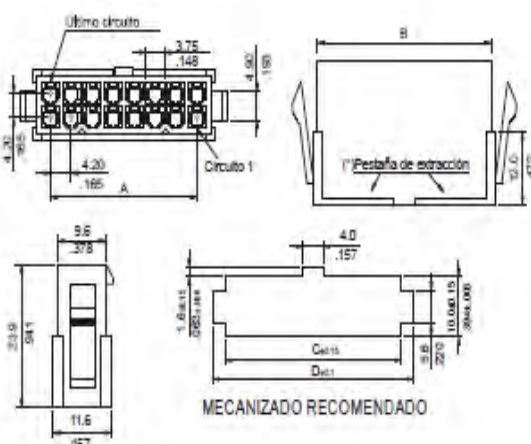
#### Figuras y dimensiones

#### Códigos y dimensiones

#### CONECTOR HEMBRA



#### CONECTOR MACHO



#### MECANIZADO RECOMENDADO

#### CONECTORES HEMBRA

CIRCUITOS	MÁX. CORRIENTE Amperios	CÓDIGOS		DIMENSIONES		C	D
		UL 94V-0	UL 94V-2	A	B		
2	9	6740 - 1020	6740 - 1021	—	5.50 (0.217)	—	—
4	8	6740 - 1040	6740 - 1041	4.20 (0.156)	9.70 (0.382)	—	—
6	8	6740 - 1060	6740 - 1061	8.40 (0.331)	13.90 (0.547)	—	—
8	7	6740 - 1080	6740 - 1081	12.60 (0.496)	18.10 (0.713)	—	—
10	7	6740 - 1100	6740 - 1101	16.80 (0.661)	22.30 (0.878)	—	—
12	6	6740 - 1120	6740 - 1121	21.00 (0.827)	26.50 (1.043)	—	—
14	6	6740 - 1140	6740 - 1141	25.20 (0.992)	30.70 (1.209)	—	—
16	6	6740 - 1160	6740 - 1161	29.40 (1.157)	34.90 (1.374)	—	—
18	6	6740 - 1180	6740 - 1181	33.60 (1.322)	39.10 (1.539)	—	—
20	6	6740 - 1200	6740 - 1201	37.80 (1.487)	43.30 (1.705)	—	—
22	6	6740 - 1220	6740 - 1221	42.00 (1.652)	47.50 (1.870)	—	—
24	6	6740 - 1240	6740 - 1241	46.20 (1.817)	51.70 (2.035)	—	—

OPCIONES: Carcasas de protección para el conector hembra. (Consultar con el Departamento Comercial)

#### CONECTORES MACHO

CIRC.	MÁX. CORR. Amp.	VERSIÓN ESTÁNDAR		OTRAS OPCIONES				DIMENSIONES				
				Sin orejas		Sin orejas ni pestaña (*)						
		UL 94V-0	UL 94V-2	UL 94V-2	UL 94V-0	UL 94V-2	UL 94V-0	A	B	C	D	
2	9	6740 - 2020	6740 - 2021	6740 - 2022	6740 - 2023	6740 - 2024	6740 - 2025	-	5.70 (0.224)	6.10 (0.240)	11.10 (0.437)	
4	8	6740 - 2040	6740 - 2041	6740 - 2042	6740 - 2043	6740 - 2044	6740 - 2045	4.20 (0.156)	9.90 (0.390)	10.30 (0.406)	15.30 (0.602)	
6	8	6740 - 2060	6740 - 2061	6740 - 2062	6740 - 2063	6740 - 2064	6740 - 2065	8.40 (0.331)	14.10 (0.555)	14.50 (0.571)	19.50 (0.768)	
8	7	6740 - 2080	6740 - 2081	6740 - 2082	6740 - 2083	6740 - 2084	6740 - 2085	12.60 (0.496)	18.30 (0.720)	18.70 (0.736)	23.70 (0.933)	
10	7	6740 - 2100	6740 - 2101	6740 - 2102	6740 - 2103	6740 - 2104	6740 - 2105	16.80 (0.661)	22.50 (0.886)	22.90 (0.902)	27.90 (1.098)	
12	6	6740 - 2120	6740 - 2121	6740 - 2122	6740 - 2123	6740 - 2124	6740 - 2125	21.00 (0.827)	26.70 (1.051)	27.10 (1.067)	32.10 (1.264)	
14	6	6740 - 2140	6740 - 2141	6740 - 2142	6740 - 2143	6740 - 2144	6740 - 2145	25.20 (0.992)	30.90 (1.217)	31.40 (1.233)	36.30 (1.429)	
16	6	6740 - 2160	6740 - 2161	6740 - 2162	6740 - 2163	6740 - 2164	6740 - 2165	29.40 (1.157)	35.10 (1.382)	35.60 (1.402)	40.50 (1.594)	
18	6	6740 - 2180	6740 - 2181	6740 - 2182	6740 - 2183	6740 - 2184	6740 - 2185	33.60 (1.322)	39.30 (1.547)	39.80 (1.567)	44.70 (1.756)	
20	6	6740 - 2200	6740 - 2201	6740 - 2202	6740 - 2203	6740 - 2204	6740 - 2205	37.80 (1.487)	43.50 (1.713)	44.00 (1.732)	48.90 (1.925)	
22	6	6740 - 2220	6740 - 2221	6740 - 2222	6740 - 2223	6740 - 2224	6740 - 2225	42.00 (1.652)	47.70 (1.878)	48.20 (1.898)	53.10 (2.091)	
24	6	6740 - 2240	6740 - 2241	6740 - 2242	6740 - 2243	6740 - 2244	6740 - 2245	46.20 (1.817)	51.90 (2.043)	52.40 (2.063)	57.30 (2.256)	